A. PLANÈS-PY et J. GÉLY

CONTRÔLE PRATIQUE DES LAMPES

LAMPEMÈTRES ET MESURES

7me EDITION
Entièrement refondue et augmentée

Manuel de Service
N° 5

ÉDITÉ PAR LES AUTEURS
5, rue d'Envodel — BÉZIERS

F1 COS

CONTROLE PRATIQUE DES LAMPES

DES MÊMES AUTEURS

Manuels de Service précédemment parus:

N° 1 — *Traité d'alignement pratique.* 12e édition refondue (1941).
N° 2. — *Hétérodynes, générateurs HF et standards de fréquence* (1942).
N° 3 — *Adaptation des bobinages.* (Supprimé, inclus dans le n° 1).
N° 4 — *L'antenne anti-parasites « Doublet » toutes ondes, type AW.D.*
N° 6 — *Mesures pratiques des tensions alternatives. — Voltmètres à redresseur et voltmètres à lampes.*
N° 7 — *L'oscillographe pratique.*
N° 8 — *Antifading et antiparasites* (1941).
N° 9 — *La réception moderne des ondes courtes* (1941).

Voir en fin du volume les bibliographies complètes et prix.

Edition des auteurs (Bureau d'Etudes Techniques). A. Planès-Py et J. Gély.

Vente et distribution exclusives: Service éditions, A. Planès-Py, 5, rue d'Envedel, Béziers (Hérault). Tél. 44-95. Ccp: Montpellier 213-21; Bruxelles: 3503-63; Genève: I-5171.

Concessionnaires exclusifs à l'étranger et dans les principales villes, France et colonies.

Ouvrages de A. PLANÈS-PY

Les tuyaux du sans-filiste. Epuisé.
L'émission d'amateur pratique. Epuisé.
Nouvelle photographie moderne. — Petits clichés, grandes épreuves. — 3e édit. refondue. Un vol in-8 de 176 p., 79 fig., photogr. et plans, 11 tableaux.
Pour tout faire vous-même (Formules, recettes et tours de main pratiques). Un vol. in-16 de 256 p. et 14 tableaux (1941).

Par J. GÉLY

L'Alcool, carburant automobile. — Un vol. in-16 de 124 p., 9 fig. et 4 tableaux (1941).

Les auteurs se réservent d'une façon absolue, pour tous pays, toutes traductions, reproductions et adaptations, même partielles et avec indication d'origine, du texte, illustrations, planches et compléments inclus ou à paraître, quels que soient les moyens mis en œuvre, et pourront poursuivre, en vertu des lois, décrets et traités internationaux les contrefaçons et traductions faites au mépris de leurs droits.

Copyright by A. Planès-Py and J. Gély, Béziers (France).

A. PLANÈS-PY et J. GÉLY

CONTRÔLE PRATIQUE DES LAMPES

LAMPEMÈTRES ET MESURES

Manuel de Service
N° 5

ÉDITÉ PAR LES AUTEURS
5, rue d'Envedel — BÉZIERS

PRÉFACE

de la 7me édition

Depuis le début de l'édition de nos « Manuels de service », nous avons toujours sollicité nos lecteurs de demeurer en contact avec nous.

Cette politique, très favorablement accueillie, nous a permis, et nous permet tous les jours, de réunir un ensemble d'opinions et de suggestions très complet et du plus haut intérêt.

En particulier, lors des réimpressions qu'impose l'épuisement des éditions en cours, il nous est possible de modifier nos manuels, non seulement pour tenir compte des progrès incessants de la technique, mais encore pour donner, dans la mesure de nos moyens, satisfaction aux desiderata exprimés.

C'est ainsi qu'au moment de faire paraître la 7e édition de cet ouvrage, nous avons entrepris de le refondre entièrement et d'en accroître considérablement le contenu.

Au lampemètre UM.5, *le premier appareil à la portée du praticien capable de contrôler réellement la qualité d'un tube électronique, et toujours si apprécié, nous avons adjoint la description de deux instruments nouveaux:*

Le premier est un vérificateur de lampes très simples, le KT.2. *Aussi parfait que possible dans sa classe, il répond aux vœux du commerçant et du serviceman désireux de posséder un appareil d'emploi facile et rapide, dont les indications « parlantes » puissent être comprises même par le profane.*

L'autre, au contraire, le lampemètre UM.9, *est appelé à devenir une des pièces de choix des laboratoires bien équipés, car il permet, non seulement les mesures les plus précises, mais aussi les emplois les plus variés, et s'adapte instantanément à une infinité de besoins. Il présente, en outre, une particularité vraiment exceptionnelle: un dispositif unique en son genre, bien que très simple, lui assure un usage illimité dans le temps, en lui permettant d'essayer dans l'avenir tous les tubes nouveaux que nous vaudront les progrès de l'électronique.*

Par ailleurs, la partie didactique de l'ouvrage, tout en conservant la même forme, aussi claire que possible et à la portée de tous, a été également l'objet de tous nos soins. Nous avons classé dans un ordre plus logique, sous forme d'introduction, les renseignements indispensables sur tout ce qui concerne les tubes, leurs mesures, et l'établissement de leurs courbes caractéristiques.

Nous espérons être ainsi parvenus à offrir une documentation aussi précise et étendue que possible, répondant au but toujours poursuivi par nos manuels depuis six ans: servir aussi bien le praticien que le technicien.

A. P.-P. et J. G.

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

§ 1. — Généralités sur les mesures des tubes

Sans vouloir exposer la théorie dans ses détails, nous rappellerons que tout tube ou lampe présente deux éléments essentiels: une *cathode* chaude et *une anode* ou *plaque*. Entre ces deux électrodes sont généralement disposées une ou plusieurs autres électrodes, uniformément désignées sous le nom de « grilles ».

La cathode peut être constituée, soit par une électrode spéciale dont le chauffage est assuré par le filament, qui joue alors uniquement le rôle de source de chaleur (cathode à chauffage indirect), soit par le filament lui-même (tubes à chauffage direct).

Si l'on établit une différence de potentiel entre la cathode et la plaque, de façon que celle-ci soit *positive* par rapport à la cathode, un certain courant s'établit dans le tube, courant dû au flux d'électrons émis par la cathode chaude et attirés par la plaque.

En intercalant des électrodes auxiliaires ou « grilles » entre la cathode et la plaque et en portant ces électrodes à des potentiels *variés* par rapport à la cathode, on *modifie* le flux d'électrons allant de la cathode à la plaque, donc le *courant plaque*.

Lorsque les électrodes auxiliaires ou grilles sont portées à un potentiel *positif* par rapport à la cathode, elles attirent un certain nombre des électrons émis par celle-ci et il s'établit un courant allant de *chaque* électrode positive à la cathode.

Les caractéristiques d'un tube, caractéristiques qui conditionnent son utilisation pratique, sont déterminées par la forme et la disposition des diverses électrodes.

Si l'on applique à chacune des électrodes d'un tube d'une construction donnée un potentiel déterminé par rapport à la cathode, les électrodes sont parcourues par un courant également déterminé.

Les rapports entre les *tensions* appliquées aux électrodes et les *courants* constituent pour ce tube ses *caractéristiques statiques.*

De toute évidence, pour que des tubes d'un même modèle soient rigoureusement identiques, il est nécessaire que leurs caractéristiques statiques soient, elles aussi, identiques. Tous les efforts des fabricants tendent à ce but. Seuls, en effet, des tubes identiques peuvent être interchangeables sur un montage sans altérer le fonctionnement de celui-ci.

Fort heureusement, les montages courants sont assez tolérants quant aux caractéristiques des tubes employés, si bien que leur fonctionnement n'est pas altéré par des variations *légères* de ces caractéristiques. Mais cette tolérance n'est pas illimitée et lorsqu'elle dépasse les chiffres établis, s'il y a encore, en général, fonctionnement, il est défectueux sinon mauvais.

Il est donc d'une importance pratique considérable de pouvoir s'assurer que les tubes utilisés — ou ceux que l'on se propose de leur substituer — présentent les caractéristiques normales portées sur les documentations des fabricants, autrement dit qu'ils sont *bons.*

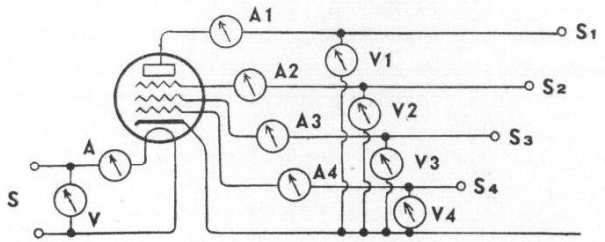


Fig. 1. — *Mesure des caractéristiques statiques. — Schéma théorique*

La mesure des caractéristique statiques est d'ailleurs fort simple. La fig. 1 indique de façon schématique sur quelles bases elle repose au laboratoire, en prenant pour exemple un tube trigrille.

Chacune des électrodes est alimentée par une source séparée: S, S1, S2, S3, etc..., dont on peut faire varier la tension à son gré. Des voltmètres V, V1, V2, V3, etc..., permettent de mesurer les tensions appliquées aux diverses électrodes et des milliampèremètres A, A1, A2, A3, etc... l'intensité du courant dans *chacune* de ces électrodes.

Il s'agit là, évidemment, d'un schéma de principe, parfait pour étudier à fond les caractéristiques statiques d'un tube déterminé,

mais beaucoup trop compliqué, coûteux à réaliser et trop peu flexible pour résoudre le problème qui se pose journellement au praticien: « Ce tube est-il bon ou mauvais?... ».

Les appareils à caractère pratique destinés à cette vérification des tubes sont nommés « lampemètres ». Nous montrerons dans le paragraphe suivant qu'il est convenable de ne pas appliquer cette désignation sans distinction à tous les montages proposés en vue de la « vérification » projetée.

§ 2. — **Vérificateurs et lampemètres**

Si, pour le professionnel, le dépanneur ou le concessionnaire chargé du « service » d'une marque, le lampemètre n'a pas le caractère d'utilité technique absolument indispensable que possèdent, par exemple, la boîte de mesures universelle et l'oscillateur modulé, il a, par contre, pour eux, une importance *pratique* considérable. En Amérique, les constructeurs d'appareils de laboratoire l'ont compris depuis longtemps et offrent à leur clientèle un choix très étendu de lampemètres et vérificateurs de lampes, dénommés par eux: « testers », « tube checkers », etc...

L'appellation de *lampemètre* est, du reste, trop générale pour ne pas nécessiter une explication préalable: la plupart des lampemètres qui sont offerts en France aux professionnels sont en réalité des circuits fort simples: des *vérificateurs* grossiers qui ne décèlent ou ne mesurent que l'émissivité totale de la cathode. La fig. 2 reproduit le schéma de principe de ces appareils.

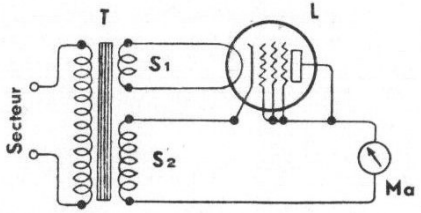


Fig. 2. — *Principe du contrôle de l'émission cathodique*

La lampe L est chauffée sous la tension convenable par le secondaire S1 d'un transformateur T. Une tension alternative de l'ordre de 150 volts, fournie par un deuxième secondaire S.2, est appliquée d'une part à la cathode, d'autre part à toutes les électrodes

réunies ensemble. Un milliampèremètre MA en circuit indique l'émission de la cathode.

Un pareil montage, avec quelques adjonctions que l'on trouvera sur un schéma donné plus loin, permet bien de *vérifier* « grosso modo » un tube quelconque dans un minimum de temps, mais non de le vérifier *complètement*.

Il sera très facile et très rapide de vérifier que le pouvoir émissif de la cathode est normal et aussi, si l'on veut, qu'il n'existe pas de court-circuit entre les diverses électrodes, mais ce sera tout. Lorsque l'instrument de mesure « parlant » d'un tel lampemètre indiquera que le tube est *mauvais*, il sera certainement *mauvais*, mais lorsqu'il indiquera le tube comme « bon » il sera probablement *utilisable*, mais pas forcément *bon* au sens que nous avons fixé au paragraphe précédent.

En examinant le problème d'une façon un peu plus serrée, nous pourrons remarquer, par exemple, que le pouvoir émissif de la cathode peut parfaitement être le même pour des tubes destinés à des utilisations tout à fait différentes.

Si nous essayons successivement deux tubes de même type, l'un de marque réputée et l'autre de marque fantaisiste et soldé à vil prix, un lampemètre mesurant l'émission cathodique totale peut indiquer la même émission pour les deux tubes et les classer tous deux comme également bons alors que le tube inconnu peut présenter pour certaines électrodes des caractéristiques très différentes de celles, normales, que l'on devrait relever, et à ce titre rendre le fonctionnement d'un appareil franchement mauvais.

Le véritable lampemètre sera donc un instrument forcément plus complexe qui permettra d'appliquer aux diverses électrodes d'un tube donné, *quelque compliqué qu'il soit*, les tensions *normales* de fonctionnement indiquées par les caractéristiques des fabricants et, dans ces conditions, de mesurer le débit de *chaque* électrode. Si ces débits sont eux aussi conformes aux caractéristiques dans les limites de tolérance admises, on aura la certitude que le tube est vraiment « *bon* ».

Pour s'exprimer de façon plus technique: l'instrument devra être capable de mesurer toutes les caractéristiques statiques des tubes, aussi complexes qu'ils puissent être.

Si le lampemètre permet, en outre, de faire varier à son gré les tensions appliquées aux électrodes, il permettra de faire ces mesures sous différentes tensions et même, si on le désire, de relever les courbes caractéristiques des diverses électrodes, qui représentent, en quelque sorte, la fiche anthropométrique de chaque tube.

Nous présenterons, au cours des chapitres suivants, la description et les divers emplois de deux véritables « lampemètres » répondant aux caractéristiques ci-dessus énoncées: les circuits UM.5 et UM.9.

Mais, afin de fournir sur la question une documentation aussi complète que possible, et pour répondre à tous les besoins, nous les ferons précéder de la description du circuit KT.2, « vérificateur » simple, basé sur la mesure de l'émission cathodique.

§ 3. — **Rappel de quelques notions élémentaires**

Avant d'entreprendre la description des lampemètres, nous pensons qu'il n'est pas inutile de rappeler un certain nombre de notions et de définitions relatives aux tubes en général.

A ce propos, nous ne saurions trop recommander au lecteur qui n'est pas bien familiarisé avec le sujet, de pratiquer, après avoir lu les paragraphes suivants, les mesures élémentaires qui y sont indiquées, ce qui lui sera particulièrement facile s'il réalise un lampemètre UM.5 ou UM.9.

Quelques expériences de ce genre lui feront mieux comprendre ce que sont la pente, la résistance interne, le coefficient d'amplification, etc., que des journées d'étude ou la lecture de textes abstraits.

Courbes caractéristiques

Considérons un tube quelconque, un triode, par exemple, monté suivant le schéma de la fig. 3.

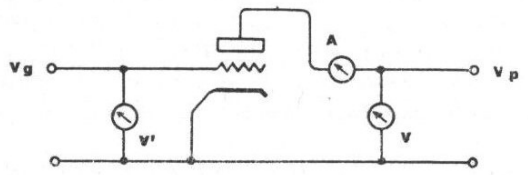


Fig. 3. —*Montage pour le relevé des caractéristiques*

La plaque est alimentée sous une tension Vp que l'on pourra faire varier et mesurer avec le volmètre V. Le milliampèremètre A permet de mesurer l'intensité du courant plaque Ip. La grille est alimentée à une tension Vg, variable elle aussi et mesurée par le voltmètre V'.

En donnant à la grille différentes tensions et en maintenant constante la tension plaque Vp, on observera pour chaque tension appliquée à la grille Vg un courant plaque Ip.

Si, sur un système de coordonnées rectangulaires, on porte en abcisses les tensions grille Vg et en ordonnées les débits plaque Ip, on obtiendra la courbe figurant la variation du courant plaque en fonction de la tension grille, à tension plaque constante.

Cette courbe est appelée caractéristique courant plaque/tension grille pour la tension plaque considérée, ou plus simplement *caractéristique grille*. Pour *chaque valeur* de tension plaque Vp, on obtiendra une caractéristique grille analogue.

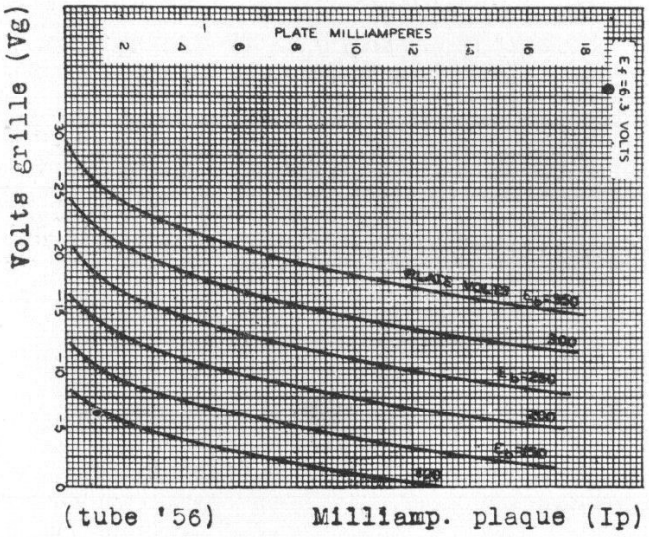


Fig. 4. — *Exemple de caractéristique grille*

La fig. 4 donne un exemple de caractéristiques grille telle qu'on les trouve ordinairement dans les documentations sur les tubes.

Si maintenant on maintient Vg constant et que l'on fasse varier Vp, pour chaque tension Vp, on aura un débit Ip.

En portant de même en abcisses les tensions plaque Vp et en ordonnées les débits Ip, on obtiendra la courbe donnant la variation du courant plaque en fonction de la tension plaque, à tension grille constante. Cette courbe est appelée caractéristique courant plaque/tension plaque, ou plus simplement *caractéristique plaque*.

Pour diverses tensions de grille Vg, on aura une série de courbes, ou famille de courbes, analogues. La fig. 5 donne un exemple d'une famille de caractéristiques plaque.

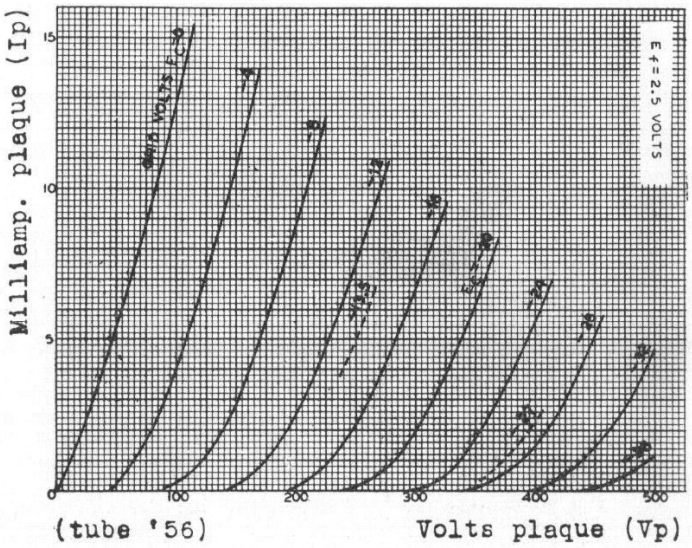


Fig. 5. — *Exemple de caractéristique plaque*

Pente

Au cours de l'expérience qui a servi à établir la *caractéristique grille,* supposons que la tension grille soit Vg et le courant plaque Ip, la tension plaque étant constante et égale à Vp.

Faisons varier d'une quantité très faible « v » la tension grille Vg, elle deviendra Vg+v, le courant plaque variera lui aussi d'une quantité très faible, soit « i », et deviendra Ip+i.

On appelle *pente* du tube, dans les conditions de l'expérience, le rapport:

$$\frac{i}{v}$$

Remarques. — Ce n'est pas là la définition rigoureuse de la pente. Exactement, la pente pour la tension de grille Vg est la limite du rapport i/v lorsque v tend vers zéro, autrement dit, la dérivée première du courant plaque par rapport à la tension grille au point considéré par rapport à l'axe des Vg. Plus la caractéristique grille se rapproche de la verticale, et plus la pente sera élevée.

Les caractéristiques de bon nombre de tubes, et des triodes en particulier comportent une partie sensiblement droite, et les différentes courbes de la même famille sont à peu près parallèles entre elles. Ces parties droites étant pratiquement les seules utilisées dans l'emploi de ces tubes en amplificateurs, on peut, en gros, considérer la pente comme une constante, égale à l'inclinaison des parties droites de la caractéristique grille.

Mais il faut noter que ce n'est là qu'une approximation et qu'une valeur exacte de la pente doit indiquer la tension plaque et la tension grille auxquelles se rapporte la valeur indiquée.

Résistance ou impédance interne

Lors de l'expérience qui permet de dresser les caractéristiques plaque, si l'on fait varier la tension plaque d'une faible quantité « v' » le courant plaque varie d'une faible quantité « i ».

On appelle *impédance* (on dit souvent *résistance*) interne d'un tube, le rapport:

$$\frac{v'}{i}$$

(ou, d'une façon rigoureuse, comme nous l'avons indiqué pour la pente, la limite de ce rapport lorsque v' tend vers zéro).

Géométriquement, la résistance interne est l'inverse de l'inclinaison de la tangente à la courbe caractéristique plaque au point considéré.

Ici donc, plus la courbe caractéristique plaque se rapprochera de la verticale, plus la résistance interne sera faible et plus elle se rapprochera de l'horizontale, plus elle sera forte.

Coefficient d'amplification

Dans le montage de la fig 3, faisons varier la tension grille d'une faible quantité « v ». Nous avons vu que le courant plaque varie d'une faible quantité « i ». Mais en faisant maintenant varier la tension plaque Vp d'une faible quantité « v' », nous pourrons ramener le courant plaque à sa valeur primitive.

Le rapport v'/v définit le *coefficient d'amplification.*

Les remarques précédentes pour la définition exacte s'appliquent aussi ici.

Symboles et unités

Symboles européens. — La pente est désignée par le symbole: S. Elle s'exprime généralement en *milliampères par volt* (mA/V). Il est à remarquer que l'unité cohérente serait l'ampère par volt (A/V), un mA/V=0,001 A/V.

La résistance interne se désigne par la lettre grecque: ϱ, elle s'exprime en ohms puisqu'elle représente le quotient d'une tension par une intensité.

Le coefficient d'amplification étant un rapport de deux tensions est un nombre, son symbole est: K.

Symboles américains. — La pente s'appelle « mutual conductance » ou « transconductance », son symbole est: gm.

Nous avons vu que la pente est le quotient d'une intensité par une tension, c'est donc l'inverse d'une résistance (qui, elle, est le quotient d'une tension par une intensité):

$$\frac{I}{V} \text{ inverse de } \frac{V}{I}$$

L'inverse d'une résistance est une *conductance.* Les conductances s'expriment en inverse d'ohm ou *mho.* Un mho: un A/un V.

Les pentes sont pratiquement toujours exprimées aux Etats-Unis en millionièmes de mho ou *micromhos.*

Le coefficient d'amplification se nomme: « amplification factor », son symbole est la lettre grecque μ.

La résistance interne s'appelle « plate resistance ». Son symbole est rp.

Relations entre les deux systèmes

$$\text{gm (en micromhos)} = 1000 \times \text{S (en mA/V)}$$

donc:

$$\text{S (en mA/V)} = \text{gm (en micromhos) divisé par } 1000$$

$$rp = \varrho$$

$$\mu = K$$

Relation entre la pente, la résistance interne et le coefficient d'amplification

Si l'on remarque que par définition:

$$S = \frac{i}{v}$$

$$\varrho = \frac{v'}{i}$$

et

$$K = \frac{v'}{v}$$

il est facile de vérifier que: $K = \varrho \times S$.

Cette formule n'est exacte que si un système cohérent d'unités est employé (par exemple: volt, ohm, ampère). Avec les notations pratiques on a:

$$K = 0{,}001 \times \varrho \text{ (en ohms)} \times S \text{ (en mA/V)}$$

et en notations américaines:

$$\mu = 0{,}000.001 \times gm \text{ (en micromhos)} \times rp \text{ (en ohms)}$$

ou:

$$\mu = gm \text{ (en micromhos)} \times rp \text{ (en méghoms)}$$

§ 4. — **Amplification réelle d'un tube**

Dans l'utilisation pratique d'un tube comme amplificateur, on applique la puissance à amplifier dans le circuit grille et on recueille la puissance amplifiée dans le circuit plaque.

Dans le schéma qui sert à la mesure des caractéristiques on remarquera qu'aucun circuit d'utilisation ne figure dans la plaque du tube. Or, pratiquement, lors de l'emploi du tube en amplificateur on recueille l'énergie amplifiée dans le circuit plaque et pour ce faire, on interpose dans ce circuit une certaine impédance qui est l'*impédance de charge du tube*. Exactement comme pour utiliser l'énergie d'une pile par exemple, il faut la faire débiter sur une certaine résistance.

Il est évident en effet que si l'impédance de charge est nulle, comme dans le cas de la fig. 3, où l'impédance des sources d'alimentation est par définition supposée négligeable, l'énergie recueillie sur la plaque est nulle aussi, toute l'énergie fournie par la source de plaque se dissipant dans le tube.

Amplification de tension réelle

Considérons un tube amplificateur dans le circuit plaque duquel se trouve une impédance de charge Z. On applique à la grille une tension alternative Eg. La tension alternative Ez disponible aux bornes de Z sera donnée par la formule suivante, en notations européennes:

$$Ez = Eg \times \frac{K \times Z}{\varrho + Z} \qquad \text{ou} \quad Ez = Eg \times \frac{S \times \varrho \times Z}{1000\ (\varrho + Z)}$$

En notations américaines, on a:

$$Ez = Eg \times \frac{\mu \times Z}{rp + Z} \qquad \text{ou} \quad Ez = Eg \times \frac{gm \times rp \times Z}{1.000.000\ (rp + Z)}$$

L'expression $\frac{K \times Z}{\varrho + Z}$ est donc l'amplification réelle de tension du tube. C'est ce que les Américains appellent « voltage gain ».

Exemple:

Tube 6C5, polarisation grille —8 volts, $\mu = 20$ $rp = 10.000$ ohms, impédance de charge $Z = 10.000$ ohms.

$$\text{amplification de tension} = \frac{20 \times 10.000}{10.000 + 10.000} = 10$$

Il paraîtrait donc à première vue que pour augmenter l'amplification de tension il suffit d'augmenter l'impédance de charge Z. Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit ici d'une valeur statique, correspondant au cas où l'amplitude de la tension amplifiée peut être considérée comme négligeable par rapport à la tension plaque Vp.

Dans la pratique, la tension amplifiée n'est en général pas du tout négligeable par rapport à la tension plaque Vp, de sorte que la tension réelle sur la plaque sera tantôt plus grande que Vp et tantôt plus faible. On a alors affaire à des caractéristiques *dynamiques*, et dans ces conditions l'impédance de charge a une valeur optimum.

Cette valeur optimum de l'impédance de charge est particulièrement importante dans le cas des tubes de puissance. Dans ce cas, en effet, on cherche à obtenir dans le circuit plaque non pas la *tension* maximum Ez, mais la puissance *maximum* Wz. On a:

$$Wz = \frac{Ez^2}{Z}$$

Théoriquement, le résultat serait atteint lorsque $Z = \varrho$, de même que, dans le cas d'une pile, la puissance maximum est obtenue dans le circuit d'utilisation extérieure lorsque la résistance de ce circuit est égale à la résistance interne de la pile. En pratique, les considérations déjà indiquées relatives aux valeurs dynamiques des caractéristiques donnent pour l'impédance de charge optimum des valeurs nettement différentes. Cette valeur optimum de l'impédance de charge se déduit de l'étude des familles de courbes caractéristiques.

Pour les tubes de puissance, elle est toujours donnée par le constructeur du tube avec les autres caractéristiques. Elle est désignée en Europe sous le nom d'impédance (ou résistance) de charge optinum et en Amérique sous le nom de « load resistance ».

L'observation de l'emploi d'une impédance de charge correcte est d'une grande importance dans l'utilisation des tubes de puissance. Une impédance de charge différente de l'impédance optimum donnera toujours soit une puissance plus faible, soit une distorsion plus grande.

Cette impédance de charge optimum varie considérablement avec les tubes considérés; citons quelques exemples:

Triodes:	Impédance optimum	Résistance interne
2A3	2500	800
45	4600	1700
42, 6F6, en triode	3000	2700
AD1	2300	670
Tétrodes et pentodes:		
42, 6F6	7000	80000
43, 25A6	4500	45000
6L6	2500	22500
EL2	8000	70000
EL3	7000	50000
EL5	3500	22000

CHAPITRE II

LE VÉRIFICATEUR DE LAMPES KT. 2

§ 1. — **Présentation**

La plupart des « lampemètres » simples qui sont offerts au professionnel répondent très exactement au schéma de la fig. 2, avec l'adjonction d'un dispositif d'essai de continuité du filament et d'isolement entre électrodes.

Tels quels, ils ne vont pas sans présenter quelques inconvénients sérieux:

La tension appliquée au tube monté en valve est presque toujours de 150 volts alternatifs et le milliampèremètre utilisé est presque toujours un instrument de 50 milliampères, une résistance en série dans son circuit limitant l'intensité redressée à cette valeur maximum.

Ces caractéristiques sont convenables pour l'essai d'un tube BF de puissance ou d'une valve, mais demander — même pour un court instant — un débit de l'ordre de 50 mA à la cathode d'un tube courant de réception tel qu'un pentode HF, par exemple, est nettement exagéré.

La situation est bien pire si le tube en essai comporte des plaques diodes détectrices. Ces petits éléments diodes sont prévus pour redresser une tension maximum de l'ordre de 100 volts sous un débit maximum de l'ordre du milliampère.

L'essai d'un tube HF sur un de ces lampemètres risque donc fort de fatiguer la cathode par émission exagérée et, si le tube comporte des diodes détecteurs, de « pomper » franchement la portion de la cathode correspondante. Résultat évidemment paradoxal.

C'est pour obvier à ces inconvénients que nous avons étudié le vérificateur de lampes KT.2. Nous réserverons le nom de « lampemètre » à des instruments qui en sont réellement dignes, tels que les circuits UM.5 ou UM.9, qui seront décrits par la suite.

Le vérificateur KT.2 n'en est pas moins susceptible de rendre d'appréciables services — égaux et même supérieurs à ceux que l'on peut attendre des « lampemètres » courants — ne serait-ce que pour éliminer un tube franchement mauvais.

Il permet, en effet, de contrôler très rapidement: l'intégrité du filament, les court-circuits éventuels entre électrodes, l'émission cathodique et l'isolement cathode-filament pour les tubes à chauffage indirect.

Un dispositif spécial donne la faculté, lors de l'essai de l'émission cathodique, de maintenir l'intensité débitée dans des limites de sécurité telles que la cathode ne risque en aucun cas d'être endommagée.

Il est possible d'essayer, avec cet appareil, tous les tubes courants et, à l'aide d'un petit montage « volant », absolument tous les tubes, même les moins usités.

Enfin, ses dimensions sont réduites, ce qui permet de le réaliser aisément sous forme « portative » et son prix de revient est fort raisonnable.

§ 2. — **Description**

Le schéma et les valeurs du vérificateur KT.2 sont données par la fig. 6.

Alimentation

Le transformateur TA assure l'alimentation complète de l'instrument à partir du secteur alternatif. Son primaire sera établi pour la tension du secteur, ou universel. Il comporte deux enroulements secondaires montés en série:

Le premier est l'enroulement de chauffage, muni de prises à 2, 2,5, 4, 5, 6,3, 13, 25 et 30 volts. Il doit pouvoir fournir un débit de 2,5 ampères jusqu'à la prise 6,3 V, inclusivement, et de 0,3 A. au-delà.

Le second est l'enroulement haute tension, donnant 100 volts avec un débit maximum de 40 mA.

La puissance de ce transformateur est de 20 VA, ce qui permet de le réaliser sous une forme légère et peu encombrante.

La tension appliquée aux filaments est déterminée par le commutateur K1 à 9 positions, dont une inactive. Sur le même axe que K1 est monté un second commutateur à 9 positions K2, servant d'interrupteur secteur et qui établit le courant dans le primaire de TA pour toutes les positions, sauf le premier plot inactif.

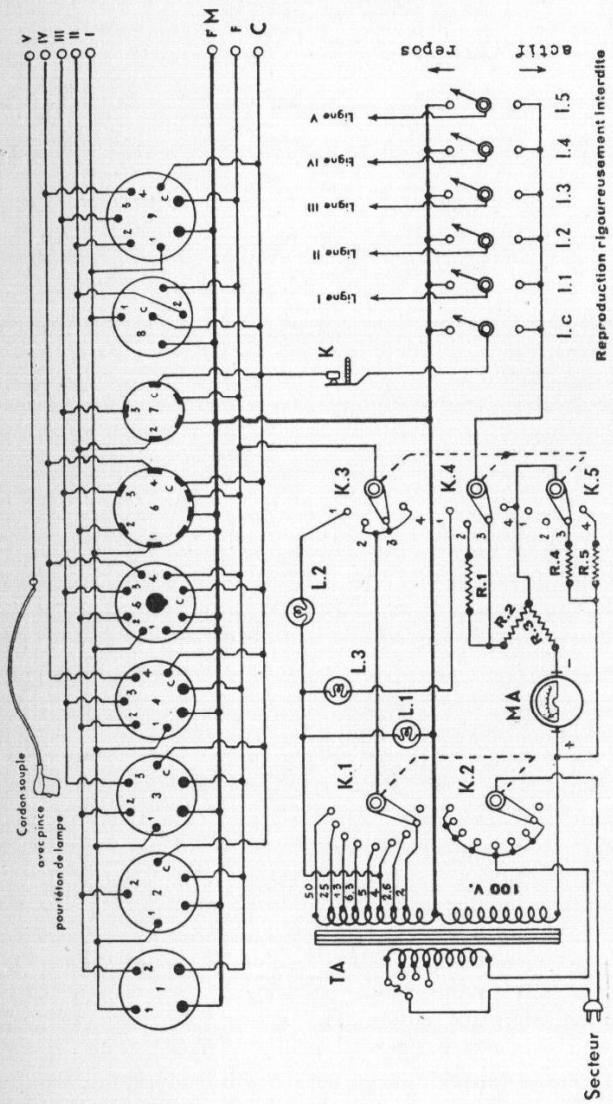


Fig. 6. — *Vérificateur KT.2. — Schéma*

R1: 35.000 ohms, 1/4 w.
R2: 3.750 ohms, 1 w.
R3: 1.250 ohms, 5 w.
R4, R5: voir texte

Autres organes: voir texte

Le but de cette disposition est le suivant:

En utilisant un interrupteur secteur indépendant, on risque de « griller » un filament si, par inadvertance, on rallume le vérificateur en ayant laissé K1 sur une position correspondant à une tension filament plus élevée que celle du tube à essayer. Avec le système indiqué, cet accident ne peut se produire.

L'ampoule témoin L1 indique que le vérificateur est en fonctionnement.

Supports de tubes et lignes

Il a été prévu 9 supports, correspondant aux types de tubes les plus fréquemment rencontrés. Rien n'interdit d'ailleurs d'en ajouter d'autres, suivant les besoins particuliers. En outre, les 8 bornes prévues à cet effet permettent de « sortir » les lignes nécessaires au branchement volant d'un support occasionnel. On peut ainsi vérifier n'importe quel tube, même du modèle le moins courant, sans être obligé de prévoir sur le vérificateur lui-même un nombre exagéré de supports.

Les différentes électrodes des tubes à essayer sont alimentées par huit lignes:

Les lignes F et F' assurent le chauffage du filament. La ligne F' est réunie au point commun des deux enroulements « chauffage » et « haute tension », c'est-à-dire à ce que nous considérons comme la « masse » du montage.

La ligne C correspond toujours à la cathode dans le cas des tubes à chauffage indirect. Dans celui des tubes à chauffage direct, elle peut correspondre à une autre électrode.

Les lignes I à V correspondent aux diverses électrodes possibles.

Les lignes I, II, III, IV, V et C aboutissent chacune à un inverseur unipolaire, permettant de les connecter individuellement, soit à la masse (position « repos »), soit à la ligne « A » (position « actif »).

Commutateur « essai-mesures »

Ce commutateur, K3-K4-K5, est à 3 pôles et 4 directions et fonctionne de la manière suivante:

Dans la position 1, la ligne F est réunie à la prise 4 V. de l'enroulement de chauffage par l'intermédiaire d'une ampoule témoin L2 (4,5 V., 50 mA). L'allumage de cette ampoule indique que le filament du tube en essais n'est pas coupé.

Simultanément, le commutateur K4 réunit la ligne « A » à la même prise 4 V. par l'intermédiaire d'une deuxième ampoule témoin identique L3. Celle-ci sert à déceler les court-circuits entre électrodes. A cet effet, les inverseurs I1, I2, I3, I4, I5 et IC sont mis d'abord tous du côté « masse ». On abaisse successivement chaque inverseur sur la position « actif ». Si, lorsqu'un inverseur est ainsi abaissé, la lampe témoin L3 s'allume, cela indique que l'électrode correspondante est en court-circuit. Si, comme c'est le cas général, le court-circuit est entre deux électrodes, la manœuvre de *deux* inverseurs allumera L3.

Exemple: Si L3 s'allume en abaissant l'inverseur I1 et également en abaissant l'inverseur I3, il y a court-circuit entre les électrodes correspondant aux lignes I et III. Si l'action *d'un seul* inverseur allumait L3, cela indiquerait un court-circuit entre l'électrode correspondante et la masse, c'est-à-dire avec le filament ou avec l'enveloppe métallique (tubes « all metal ») ou bien encore avec un blindage intérieur (quelques tubes de la série « G »).

Les positions 2, 3 et 4 correspondent aux mesures.

Dans ces trois positions, la ligne F est connectée au commutateur K1 et la tension normale de chauffage est appliquée au filament.

En position 2, la ligne A est reliée par K4 au milliampèremètre MA avec interposition des trois résistances R1, R2 et R3 en série.

Dans cette position, le commutateur K5 est inactif, le milliampèremètre MA offre donc sa sensibilité entière de 1 mA.

Cette position est celle servant à la mesure des diodes. Tous les inverseurs étant du côté « masse », en abaissant successivement ceux qui correspondent aux diodes du tube en essai, on mesure le courant redressé par ces éléments. Le courant étant limité à 1 mA, il n'y a aucun danger de détériorer la cathode, même en cas d'essai prolongé. Or, précisons-le en passant, un essai prolongé est indispensable dans certains cas, par exemple lorsqu'il est nécessaire de bien laisser chauffer le tube pour déceler par la suite, à l'aide de petits chocs sur l'ampoule, un court-circuit intermittent.

En position 3, la ligne « A » est reliée par K4 au milliampèremètre, avec interposition de R2 et R3 en série. Le commutateur K5 shunte en même temps MA par une résistance R4 égale au 1/9^{me} de la résistance de l'instrument, ce qui multiplie son échelle par 10, soit 10 mA.

Cette position est la position de mesure de l'émission cathodique pour les tubes courants de réception (tubes HF, tubes BF amplificateurs de tension). On abaisse tous les inverseurs correspondant aux électrodes des tubes en essai; sauf l'inverseur de cathode IC, dans le cas des tubes à chauffage indirect, et les inverseurs correspondant aux éléments diodes si le tube est un tube multiple comportant des diodes.

Le courant cathodique total est limité par les résistances R2 et R3 à 10 mA au maximum, valeur de sécurité pour les cathodes des tubes envisagés.

En position 4, les branchements sont les mêmes qu'en position 3, mais seule la résistance R3 est en série avec le milliampèremètre et, d'autre part, celui-ci est shunté par la résistance R5, égale à 1/39me de la résistance de l'instrument, ce qui multiplie son échelle par 40, soit 40 mA. L'essai se fait comme précédemment. Le courant cathodique est limité à 40 mA, valeur de sécurité pour les cathodes des tubes de puissance. Cette position est la position de mesure pour les tubes de puissance et les valves.

Les valeurs des éléments du circuit de mesure ont été étudiées de telle sorte que pour les trois types d'essai possible un tube « bon » donne sensiblement la même déviation de l'aiguille du milliampèremètre. Cette particularité permet de doubler l'échelle normale de l'instrument de mesure par une échelle « parlante » identique à celle que l'on trouve sur les lampemètres du commerce, indiquant directement si le tube est « bon », « mauvais » ou « douteux ».

Essai d'isolement cathode-filament

La ligne C (cathode) reste reliée à la masse (c'est-à-dire au filament) lors de l'essai des tubes à chauffage indirect. Toutefois, en agissant sur l'interrupteur à poussoir K on peut isoler le circuit de cathode du filament. Dans ces conditions, l'indication du milliampèremètre M retombe à zéro si l'isolement cathode-filament est convenable.

Etablissement des tableaux

Afin d'éviter des efforts de mémoire inutiles et de rendre les essais quasi-instantanés, il est recommandé de procéder à l'établissement de tableaux qui indiqueront immédiatement, et pour les tubes les plus courants, les manœuvres à effectuer pour l' « essai » d'une part, la « mesure » d'autre part.

Ces tableaux seront dressés sans peine pour n'importe quel tube à l'aide du schéma de la fig. 6 et des concordances des électrodes aux broches du culot. Il suffit de repérer à quelles lignes aboutissent les électrodes respectives sur le support intéressé. Les lignes étant reliées aux contacteurs de désignation correspondante, il est facile d'établir les groupes déterminant les opérations à effectuer pour l'essai et la mesure.

Le tableau donné ci-contre est un exemple dans lequel nous avons réuni, à dessein, des tubes très différents. Les combinaisons de chiffres ou de lettre et de chiffres dans les colonnes « essais », « diodes », « normaux » et « BF-Valves » indiquent les inverseurs à mettre en œuvre.

TYPES	Filament	COMBINATEUR				REMARQUES
		Essais	Diodes	Normaux	BF	
1A6	2	C1235	--	C1235	—	Ch. direct.
6A8	6,3	C12345	—	12345	—	
6E8	6,3	C12345	—	12345	—	
6K7	6,3	C1235	—	1235	—	
6F5	6,3	C25	—	25	—	
6C5	6,3	C13	—	13	—	
6Q7	6,3	C1235	23	15	—	
6B8	6,3	C12345	23	145	—	
6L6	6,3	C123	—	—	123	
6F6	6,3	C123	—	—	123	
6N7	6,3	C1234	—	12 et 34	—	Deux mesures
12A7	12,5	C12345	—	—	125 et 4	Deux mesures
25A7	25	C1234	—	—	123 et 4	Deux mesures
45	2,5	12	—	—	12	Ch. direct.
47	2,5	C12	—	—	C12	Ch. direct.
AD1	4	13	—	—	13	Ch. direct.
EBL1	6,3	C12345	23	—	145	
EF5	6,3	C1245	—	1245		
EK3	6,3	C12345	—	12345	—	
EL3	6,3	C123	—		123	
EM4	6,3	C134	—	134	—	

§ 3. — **Réalisation**

La disposition des différents constituants sur le panneau avant est clairement montrée par la fig. 7.

Etant donné la simplicité du schéma et l'absence de toutes conditions spéciales pour le câblage, puisqu'il s'agit exclusivement d'essais statiques, la réalisation pourra être effectuée sous des dimensions réduites et sous toutes formes que l'on jugera à propos: « rack », coffret à panneau droit, pupitre, valise transportable, etc.

Ce panneau avant, dont les dimensions sont de 240×240 mm., porte *tous* les organes de l'appareil, disposition très simple qui facilite le câblage et rend aisées les vérifications ou modifications éventuelles. En outre, ce mode de montage permet de réaliser le vérificateur KT.2 sous toute forme que l'on peut désirer.

Le panneau avant peut être en métal (en ce cas prévoir une épaisseur suffisante: 2 mm. environ, ou un panneau emboîtant à bords repliés, pour assurer la rigidité), ou constitué par une plaque d'ébonite, de bakélite ou même de bois dur mince (noyer). Quant au coffret, il sera tout simplement en bois quelconque.

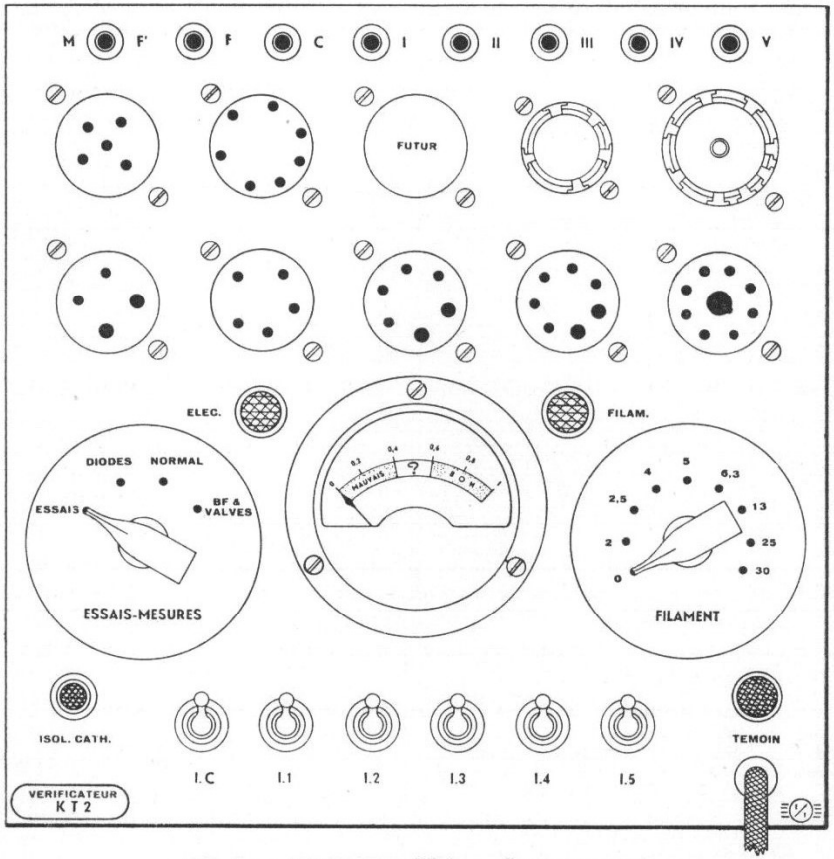


Fig. 7. — *Vérificateur KT.2. — Panneau avant*

Les supports de tubes, soumis à un travail assez dur, seront, comme pour la réalisation de tout lampemètre, choisis d'excellente qualité. Pours les supports n°s 1, 2 et 3, et tout particulièrement pour le n° 1, on emploiera si possible des supports à pinces qui assurent de très bons contacts aux broches et ne prennent pas de jeu à l'usage.

Nous avons prévu sur le panneau l'emplacement de 10 supports, bien que le schéma n'en comporte que 9. L'emplacement inutilisé sera obturé par une plaquette de bakélite ou de métal et demeure disponible pour monter par la suite tout support « futur ».

On choisira pour les bornes M-F', F, C et I à V, placées derrière les supports, des bornes universelles permettant le serrage d'un fil ou la connexion par fiche. Un fil souple de longueur suffisante, branché à la borne V, portera à son extrémité une prise de téton universelle obtenue en soudant ensemble tête-bèche une pince pour tétons standards et une pince pour tétons petits modèles (tubes octal).

L'instrument de mesure sera un milliampèremètre à cadre de 55 mm. de diamètre, type encastré, d'une sensibilité de 0 à 1 mA. Sa résistance étant connue, il sera facile de réaliser les résistances R4 et R5 devant offrir respectivement le 1/9^{me} et le 1/39^{me} de la résistance de l'instrument.

Ces résistances seront exécutées en fil résistant quelconque: ferro-nickel, maillechort, constantan, etc., enroulé sur de petites plaquettes de bakélite mince ou même de carton fort, munies de deux cosses rivées.

Dans le cas où la résistance du milliampèremètre est inconnue, on trouvera plus loin, au chapitre IV, la méthode à employer pour déterminer la valeur du shunt à l'aide d'une source de tension réglable.

Le combinateur K1-K2 « allumage et tensions » est un organe à deux galettes, chacune à un pôle et 9 directions. On prendra pour K1 une galette dont le grain de contact ne met pas deux plots successifs en court circuit en passant de l'un à l'autre. La galette K2 sera du type standard.

Le combinateur K3-K4-K5 « essais-mesures » comporte une seule galette standard à 3 pôles et 4 directions.

Les inverseurs unipolaires IC, et I1 à I5 seront des tumblers miniatures « va-et-vient » d'un type classique, très peu encombrants. On choisira des organes de la meilleure fabrication, offrant les garanties nécessaires de robustesse.

Le transformateur d'alimentation TA, dont les caractéristiques ont été données dans le paragraphe précédent, sera suspendu sous le panneau avant à l'aide de petites équerres *ad hoc*.

L'ampoule témoin « secteur » L1 sera un modèle normal d'éclairage de cadran 4 volts. L'ampoule L2 (contrôle filament) sera, comme il a été dit, du type 4,5 v. 50 mA. Deux raisons imposent l'emploi d'une ampoule à faible débit: d'abord, elle doit s'allumer

de façon visible, même lorsqu'elle est en série avec un filament d'une résistance élevée, tel que celui d'un tube 12,5 v. 0,15 A.; ensuite, lors de l'essai d'un tube batterie à faible consommation, une ampoule à débit normal laisserait passer une intensité qui risquerait de « griller » le filament du tube. Il est moins indispensable que L3 soit à faible débit; mais une ampoule identique à L2 offre une plus grande sensibilité en cas de contact très léger entre deux électrodes. Il est facile de se procurer les ampoules indiquées qui sont l'équipement standard des feux arrière de bicyclette sous 4,5 v.

L'interrupteur à poussoir devra être aussi bien isolé que possible. On pourra le réaliser facilement sur un petit carré d'ébonite ou de bakélite, à l'aide des éléments retirés d'un simple bouton de sonnerie.

L'échelle « parlante » du milliampèremètre sera établie conformément aux indications de la fig. 7. Le secteur « mauvais » s'étendant de la division 0 à la division 0,4, le « douteux » de 0,4 à 0,6 et le « bon » de 0,6 à 1. On peut, si l'on désire un effet hautement spectaculaire, colorer en rouge le secteur « bon » et en vert le secteur « mauvais ».

§ 4. — **Utilisation**

Le tube à essayer ayant été placé sur le support correspondant, le combinateur « chauffage » K1-K2 est mis de la position « arrêt » à celle correspondant à la tension de chauffage du tube. Cette manœuvre met le vérificateur en fonctionnement, ce qu'indique l'allumage de l'ampoule témoin secteur L1. Le commutateur « essais-mesures » K3-K4-K5 est mis sur « essai ». Les inverseurs I1 à I5 et IC, tous du côté « repos ».

Essais

Filament. — L'allumage de la lampe témoin L2 indique que le filament n'est pas coupé.

Court-circuits internes. — Les inverseurs I1 à I5 et IC, qui étaient tous sur « repos », sont successivement abaissés sur « actif », puis relevés à nouveau, l'un après l'autre, en veillant à ne jamais abaisser deux inverseurs simultanément.

S'il existe un court-circuit entre électrodes, l'ampoule témoin L3 s'allume lorsqu'on abaisse chacun des inverseurs correspondant aux électrodes en court-circuit. La correspondance des inverseurs

avec les lignes et, partant, avec les contacts au culot, étant connue, il est aisé de déterminer l'identité des électrodes en court-circuit.

Si l'abaissement d'un seul inverseur détermine l'allumage de L3, l'électrode correspondante est en court-circuit, soit avec le filament (ce sera le cas en abaissant IC si la cathode d'un tube à chauffage indirect est en court-circuit franc avec le filament), soit avec l'enveloppe métallique d'un tube « all metal », ou avec un blindage interne de certains tubes « G » (cas très rare).

Il peut arriver que le court circuit soit intermittent: il faudra donc tapoter légèrement le tube pendant la manœuvre des inverseurs. D'autre part, des électrodes peuvent ne pas être en contact lorsque le tube est froid et se trouver en court-circuit une fois le tube chaud. Il importera donc, en plus de cette vérification à froid, de recommencer la manœuvre après avoir effectué les mesures, comme il va être indiqué ci-après, lorsque le tube a atteint sa température de fonctionnement normale.

L'essai d'isolement cathode-filament faisant intervenir le milliampèremètre, il en sera parlé plus loin.

Mesures

1° *Tubes comportant des éléments diodes détecteurs.* — Tous les inverseurs étant relevés du côté « repos », le combinateur « essais-mesures » est placé sur la position « diodes ». On laisse à la cathode le temps d'atteindre sa température normale en cas de chauffage indirect, puis on abaisse successivement les inverseurs correspondant à chaque plaque diode, d'après le tableau dressé ou d'après la correspondance des électrodes avec les cosses du support relevée sur le schéma.

On lit directement pour chaque élément diode, sur le cadran « parlant » de milliampèremètre, si l'élément est bon, douteux ou mauvais.

Si le tube ne comporte que des diodes, la mesure est terminée.

S'il s'agit d'un tube multiple, les inverseurs correspondant aux éléments diode sont relevés du côté « repos » et l'on passe à la mesure de l'autre élément.

2° *Tubes normaux* (*tubes HF et BF amplificateurs de tension*). —Tous les contacteurs étant relevés du côté « repos », le combinateur « essais-mesures » est placé en position « tubes normaux ». On laisse chauffer la cathode et l'on abaisse les inverseurs correspondant à *toutes* les électrodes, *sauf la cathode pour les tubes à chauffage indirect et les diodes des tubes combinés.* Les contacteurs à abaisser sont indiqués par le tableau ou à défaut par leurs concordances avec les lignes. On lit directement sur le milliampèremètre si le tube est bon, mauvais ou douteux.

3° *Tubes de sortie.* — Le processus de l'essai est exactement le même que le précédent, mais le combinateur est mis sur la position « BF et valves ».

4° *Valves.* — Le mécanisme de l'essai est le même que pour les tubes de sortie dans le cas de valves monoplaques. Pour les valves biplaques, on essaiera chaque élément en abaissant successivement les inverseurs correspondant à chaque plaque.

5° *Tubes multiples.* — Dans le cas de tubes multiples (doubles triodes, triodes-pentodes, doubles-pentodes, pentodes-valves, etc.) on essaiera également successivement chacun des éléments en abaissant simultanément d'abord les inverseurs correspondant à toutes les électrodes d'un élément, puis ceux correspondant à toutes les électrodes de l'autre. On utilisera, s'il y a lieu, les positions « tubes normaux » ou « BF et valves » du combinateur, suivant la nature des éléments.

Essais d'isolement cathode-filament. — Si le tube à essayer est à chauffage indirect, immédiatement après la mesure de l'émission cathodique et avant de relever les inverseurs, on appuie sur le bouton K. Si l'isolement est bon, l'aiguille du milliampèremètre revient à zéro. Elle oscille près du zéro s'il est douteux et reste sur l'indication de la mesure en cas de court-circuit.

L'essai d'un tube terminé on n'oubliera pas de remettre *tous* les inverseurs en position « repos », le combinateur « essais-mesures » sur « essais » et d'interrompre le fonctionnement en plaçant le combinateur de chauffage sur « arrêt ».

§ 5. — **Variantes et remarques**

Bon nombre de lecteurs ne manqueront pas de se demander pourquoi les mesures sont effectuées en réunissant toujours la grille aux autres électrodes et non à la masse, ce qui semble plus normal, et serait facile par le jeu des inverseurs. D'autant que cette connexion a été parfois indiquée au cours des descriptions — évidement hâtives... — de lampemètres à émission cathodique. Voici l'explication:

Si la grille est à la masse, donc à zéro volt par rapport à la cathode, le débit des autres électrodes réunies est très variable suivant le type du tube, indépendamment de l'état de la cathode. Par exemple, ce débit est près de quatre fois plus élevé pour un tube 6C5 que pour un 6F5 dont les cathodes sont, cependant, identiques!

Or, dans tout lampemètre mesurant l'émission cathodique, il est indispensable que le débit électronique ne dépende que de l'état de la cathode, et soit le même pour tous les tubes si l'on veut jouir des avantages offerts par une « échelle parlante », résultat obtenu en faisant du tube un simple diode, toutes les électrodes étant réunies ensemble.

La combinaison de l'interrupteur secteur avec le combinateur de chauffage, dont nous avons signalé les avantages, n'est évidemment pas indispensable. Mais si l'on utilise un interrupteur séparé pour le secteur, il faudra prendre soin de s'assurer que le combinateur de chauffage est sur la tension correcte ou une tension plus faible, avant de placer le tube sur son support.

La plupart des « lampemètres » du commerce comportent, en série avec le milliampèremètre, une coupure habituellement fermée par une barrette réunissant deux bornes, et destinée à l'essai des condensateurs, en mettant sur l'appareil un tube faisant fonction de valve. Nous n'avons pas prévu ce « perfectionnement illusoire » car un tel essai indique seulement si le condensateur est en court-circuit (éventuellement aussi s'il est coupé, mais seulement pour des organes de forte capacité), vérification qui se fait bien plus aisément à l'aide d'un ohmmètre ou d'une « sonnette » quelconque.

On ne peut pas non plus utiliser de tube au néon comme indicateur d'isolement, comme il a été prévu sur le lampemètre UM.5. En effet, dans le vérificateur KT.2, le courant obtenu avec un tube faisant fonction de valve est redressé, mais *non filtré,* de sorte qu'un tube au néon mis en série avec le condensateur à essayer dans la coupure s'illuminerait comme pour un essai en alternatif. On aurait donc ici un simple essai de coupure.

En revanche, il est possible de prévoir une coupure dans le circuit de chauffage, sur la ligne F, qui servirait à la connexion d'un rhéostat. Ce rhéostat permettrait d'obtenir toutes tensions de chauffage intermédiaires et ainsi de pouvoir contrôler des tubes tout à fait spéciaux (1,5 v., 11,5 v., etc.). Dans ce cas, le pôle du combinateur K3 serait connecté non pas directement à la ligne F, mais à une troisième borne que nous appellerons Ff et qui serait normalement réunie à F par une barrette. Le rhéostat pourrait être ainsi intercalé entre les bornes Ff et F.

Il est du reste facile de remarquer que l'introduction de ce rhéostat peut se faire, plus simplement encore, en montant un support extérieur; il sera alors prévu en série dans la connexion F.

CHAPITRE III

LE LAMPEMÈTRE « UNIVERSEL » UM. 5

§ 1. — Présentation

Le lampemètre UM.5 est un instrument qui permet de mesurer toutes les caractéristiques statiques des tubes, sous les tensions normales d'utilisation, et même sous des tensions différentes si on le désire.

Ainsi, par exemple, lors de l'essai d'un changeur de fréquence 6A8, on pourra appliquer des tensions *mesurées* de:

+ 250 V à la plaque
+ 100 V à la grille écran
+ 200 V à la grille anode
— 3 V à la grille de commande
— 8 V à la grille oscillatrice

et, dans ces conditions, mesurer le débit dans chacune des électrodes.

Toutes les tensions pouvant être fixées dans des limites très étendues, et tous les débits pouvant être mesurés, il sera facile de relever les courbes caractéristiques, ainsi que de mesurer les caractéristiques statiques: pente, résistance interne, etc.

La réalisation théorique d'un lampemètre de cette sorte est extrêmement simple: il suffit de disposer d'un nombre convenable de sources d'alimentation, d'instruments de mesures, de supports de tubes... et de beaucoup de place, pour matérialiser le schéma de la fig. 1.

Nous avons voulu parvenir à un schéma de lampemètre qui permette de conserver tous les avantages désirés en nous maintenant cependant dans les limites d'une construction raisonnablement simple et économique. Nous avons pu, en même temps, adjoindre à l'emploi de principe de l'appareil, d'autres utilisations

toujours précieuses dans les petits laboratoires, tels qu'alimentation universelle et essais d'isolement.

Principe

Une étude rapide montre que, même pour les tubes les plus complexes, tels que octodes, triodes-hexodes, pentodes-triodes, double diodes-pentodes, etc., il n'est pas nécessaire de prévoir plus de *cinq* tensions différentes (filament mis à part) pour alimenter toutes les électrodes. A savoir: 3 tensions positives (plaque, écran, plaque auxiliaire), 2 tensions négatives (grilles) et 2 tensions alternatives (plaques diodes si le tube en comporte). La cathode sert de point de référence pour la mesure de ces tensions, autrement dit elle est à la « masse ».

Le chauffage étant assuré sous la tension correcte requise, il suffit de disposer de cinq « lignes » différentes correspondant aux tensions ci-dessus énumérées pour pouvoir procéder à tous les essais.

Mais pour tous les tubes se montant sur le même support, la disposition des électrodes correspondant aux mêmes contacts du support varie beaucoup. Un même contact peut, par exemple, correspondre, soit à une grille de commande, soit à un écran, soit à une plaque diode, etc.

Afin d'éviter le montage d'un nombre imposant de supports sur l'appareil, nous avons muni certaines des cinq lignes d'alimentation de commutateurs permettant de leur appliquer à volonté une tension positive, une tension négative, une tension alternative pour les diodes, ou de les mettre à la masse.

Dans ces conditions, il suffit pratiquement de disposer sur l'appareil de *trois* sources de tensions positives, de *trois* sources de tension négative et d'une source de tension alternative pour les diodes.

Une seule alimentation haute tension en courant redressé et filtré débite sur trois potentiomètres qui fournissent les trois tensions positives, tandis que trois autres potentiomètres montés en parallèle dans le retour au moins haute tension fournissent les tensions négatives. Un enroulement auxiliaire du transformateur fournit la tension alternative.

L'alimentation du filament des tubes secteur — qui constituent l'immense majorité de ceux que l'on aura à essayer — est assurée par un transformateur à prises, avec un commutateur permettant de choisir la tension désirée. Pour un essai correct des tubes batterie, une alimentation extérieure en continu, qui est indispensable, a été prévue.

Un système de jacks, judicieusement placés, permet, par la simple introduction d'une fiche, de mesurer toutes les tensions et tous les débits à l'aide d'un contrôleur universel ou tout autre instrument du même genre que possède ou doit posséder le professionnel. Ainsi, la question des instruments de mesure, qui grèverait lourdement le devis du lampemètre, se trouve résolue du coup.

Des tableaux indiquent, pour tous les tubes: les lignes à utiliser, les tensions à appliquer et les intensités devant être relevées dans les différents circuits. L'essai proprement dit devient ainsi tout à fait mécanique.

Nous avons prévu sur le lampemètre un nombre de supports suffisant pour permettre l'essai de tous les tubes courants. Nous avons jugé inutile de prévoir des supports d'emploi très rare, ce qui aurait augmenté inutilement l'encombrement de l'appareil.

Mais le lampemètre UM.5 permet d'essayer *n'importe quel tube*. En effet, les cinq lignes des électrodes, ainsi que les lignes de chauffage des filaments, sont « sorties » sur des bornes extérieures, de sorte qu'il suffit de réunir les électrodes du tube à essayer (par les contacts d'un support « volant » sur lequel il aura été monté) aux bornes convenables pour pouvoir faire l'essai.

Ces mêmes bornes permettent d'utiliser l'alimentation de l'appareil comme alimentation universelle donnant des tensions positives et négatives nombreuses et variables, avec un débit suffisant pour tous les essais courants de laboratoire.

Un tube au néon de très grande sensibilité a été prévu pour le contrôle de l'isolement entre cathode et filament des tubes à chauffage indirect. Il permet de faire également tous les essais d'isolement d'organes quelconques en dehors de l'appareil.

Il n'a pas été nécessaire de prévoir d'essai spécial d'isolement entre électrodes, un défaut de ce genre étant immédiatement signalé par l'irrégularité des caractéristiques.

§ 2. — Etude du schéma

La planche I (hors-texte), donne le schéma général de l'instrument, dans lequel les supports de tubes sont représentés, comme d'usage, vus *par dessous*.

En suivant ce schéma, nous voyons que les cathodes (lorsqu'il s'agit de tubes à chauffage indirect), sont toujours reliées à la « masse », figurée par un trait fort. Les autres électrodes sont

alimentées par cinq lignes respectivement désignées par: I, II, III, IV et V. Les tensions de ces lignes sont fournies par le système d'alimentation composé du transformateur TA, de la valve 5Z4 et de l'ensemble de filtrage S, C1 et C2.

Trois systèmes potentiométriques: P1-R1, P2-R2, et P3-R3 sont montés entre le positif haute tension et la masse, tandis que trois potentiomètres P'2, P'4 et P'5, montés en parallèle, sont placés entre le « moins haute tension » et la masse. On disposera donc aux curseurs des potentiomètres P1, P2 et P3 de tensions *positives par rapport à la masse et variables à volonté,* tandis que l'on aura des tensions *négatives par rapport à la masse* et également *variables* aux curseurs des potentiomètres P'2, P'4 et P'5. En outre, un enroulement spécial du transformateur TA fournit une tension alternative de 20 volts pour l'essai des diodes.

Etudions maintenant les connexions des lignes I, II, III, IV et V:

Etant donnés les contacts des supports de tubes auxquels est reliée la ligne I, celle-ci n'alimentera pour ainsi dire que des plaques. Il n'y aura que deux exceptions: pour le tube américain double diode 6H6 où la ligne I sera reliée à une plaque diode, et pour le double diode européen EB.4 où elle sera reliée à une cathode.

La ligne I sera donc munie d'un commutateur K.1 permettant de la brancher soit au curseur du potentiomètre P1, soit, pour les deux exceptions signalées, à la masse ou à la tension alternative de 20 volts avec une résistance de charge R5 en série.

La ligne II alimentera des électrodes très différentes, suivant les tubes. Elle sera donc munie du commutateur K.2 à quatre positions, qui permettra de la brancher à volonté, soit sur P2 (tensions positives), soit sur P'2 (tensions négatives), soit à la masse, soit enfin à la tension 20 volts alternatif avec résistance R6 en série (essai des diodes).

La ligne III est munie du commutateur K.3 qui permet de la brancher, soit sur P3 (tensions positives), soit à la masse, soit à la tension alternative 20 volts avec résistance R7 en série (essai des diodes).

La ligne IV est reliée au commutateur K.4 qui la branche, soit sur le potentiomètre P'4 (tensions négatives), soit à la masse, soit à la tension alternative 20 volts avec R8 en série (essai des diodes).

La ligne V, qui sera toujours reliée à une grille de commande, est toujours négative. Elle est donc directement reliée au curseur du potentiomètre P'5.

Lors de l'essai de tubes européens de types anciens, où la plaque est reliée à une borne au sommet de l'ampoule, cette borne est

reliée par un bout de fil à la borne III, c'est-à-dire à la ligne III du lampemètre. A cet effet, la ligne III n'est connectée à aucun contact du support n° 9.

Les lignes F et F' sont les lignes de chauffage des filaments. Elles aboutissent au commutateur bipolaire Kf qui permet, soit de leur appliquer la tension alternative désirée fournie par le transformateur Tf, soit de les relier aux bornes B+ et B— destinées au branchement d'une batterie extérieure pour l'essai des tubes batterie.

Le filament est normalement relié à la masse, donc à la cathode pour les tubes à chauffage indirect, par le point « m » du transformateur et le commutateur Ke mis sur la position « O ». En plaçant le commutateur Ke sur la position « E », une tension d'environ 100 volts prise sur le système potentiométrique P1-R1 est appliquée entre cathode et filament avec interposition d'un tube au néon très sensible N. Ce tube s'illumine au moindre défaut d'isolement cathode-filament.

Ayant ainsi examiné les grandes lignes du schéma, nous allons en étudier plus en détail les constituants.

§ 3. — Eléments du montage

Alimentation

Haute tension. — Le transformateur TA répond aux caractéristiques suivantes:

Primaire: Suivant la tension du secteur ou universel.

Secondaires:

2 × 400 volts, 110 milliampères,
5 volts, 2 ampères,
20 volts, 5 milliampères.

L'intensité de 110 milliampères est nécessitée par le fait qu'il faut faire face à la consommation du tube à essayer — et certains ont un gros appétit — et en même temps à la consommation des systèmes potentiométriques, qui approche de 50 milliampères.

Il est très désirable sur un lampemètre d'avoir la meilleure régulation de tension possible, c'est-à-dire d'avoir une tension qui varie aussi peu que possible avec le débit. Or, ce dernier est très variable dans un tel appareil.

Pour approcher de ce résultat on a prévu un filtrage à entrée par bobine de filtre et une valve 5Z4. Dans ces conditions, en effet, la variation de tension entre une charge de 50 mA et la charge maximum de 120 mA est inférieure à 15 volts. Elle serait de l'ordre de 60 volts avec une valve 80 et un filtrage à entrée par condensateur, par exemple.

Il serait possible d'ailleurs d'utiliser à la place de la valve 5Z4, une 5T4, une 5V4.G ou une 83.V. Nous avons préféré la 5Z4 parce qu'elle est beaucoup plus courante.

Le filtrage à entrée par bobine de filtre nécessite de prévoir une tension alternative de 400 volts par plaque de la valve pour obtenir une tension suffisante à l'utilisation, soit au moins 300 volts entre plus et moins haute tension filtrée.

Pour l'usage en lampemètre, le filtrage n'a nullement besoin d'être parfait, c'est pourquoi nous n'avons prévu qu'une seule cellule. La bobine de filtre S sera de 20 henrys, 120 mA, 250 ohms. Les condensateurs de filtrage C1 et C2 seront des électrolytiques de 8 μF 450/500 volts. Etant donné le montage, il est essentiel que l'électrode négative de C1 soit *isolée de la masse.*

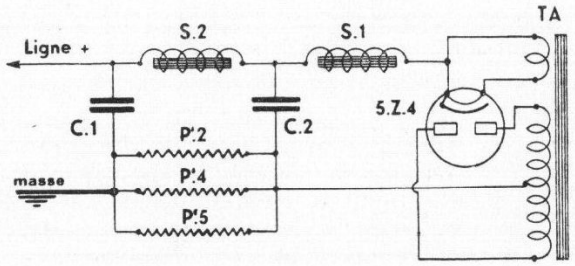


Fig. 8. — *Filtrage à deux cellules*

Dans le cas où l'on désirerait un excellent filtrage pour utiliser régulièrement l'appareil comme source d'alimentation, pour des essais de récepteurs par exemple, le but serait atteint en ajoutant une deuxième cellule de filtrage suivant le schéma de la fig. 8.

Filaments. — Cette alimentation est assurée par un transformateur assez particulier, établi d'après le schéma de la fig. 9.

On voit que ce transformateur peut donner à volonté au secondaire:

a) Les tensions de 2,5, 4 et 6,3 volts avec prise médiane;

b) Les tensions de 13 et 25 volts avec une prise qui n'est plus médiane.

Le débit admissible jusqu'à 6,3 volts est de 2,5 ampères, tandis que pour 13 et 25 volts, il est seulement de 0,3 ampère.

Voici le motif de ces caractéristiques:

Il existe des tubes secteur à chauffage direct en 2,5, 4 et 6,3 volts. Pour l'essai correct de ces tubes, une prise médiane sur le filament est nécessaire, car les tensions caractéristiques données par les constructeurs sont toujours rapportées au point milieu du filament.

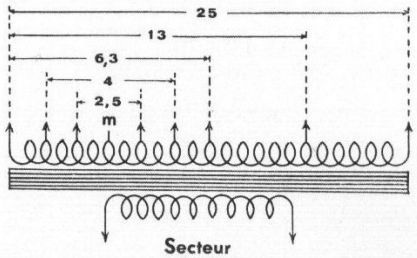


Fig. 9. — *Transformateur d'alimentation filament*

Comme, en revanche, tous les tubes 13 et 25 volts sont à chauffage indirect, il suffit que pour l'essai on puisse relier le filament à la cathode, sans se préoccuper si la prise est médiane ou non. Cette disposition simplifie la construction et diminue le prix du transformateur Tf.

Une intensité admissible de 2,5 ampères jusqu'à 6,3 volts a été prévue afin de rendre pratique l'usage du lampemètre comme source d'alimentation d'essai. On pourra, par exemple, alimenter un récepteur classique muni de lampes 6,3 volts sans difficultés.

Toujours dans le but de simplifier la construction du transformateur Tf et diminuer son prix, nous n'avons prévu que ces tensions indiquées. Elles permettent en effet d'essayer absolument *tous les tubes courants.* Le réalisateur qui n'hésiterait pas devant un supplément de prix peut évidemment prévoir d'autres tensions, comme 7,5 volts et 5 volts à prise médiane pour l'essai des vieux tubes américains chauffés sous ces tensions, 20 volts pour la vieille série européenne continu 0,180 ampère, 35 volts pour les tubes types CL6, 35L6, etc.

Potentiomètres

Le potentiomètre P1 qui fournit en principe la tension anodique doit être un organe de grande puissance, vu le débit plaque très élevé des tubes de puissance modernes. Nous n'avons pas trouvé d'organe de fabrication française pouvant convenir et nous avons adopté un potentiomètre américain *Ohmite* n° 0332 (10.000 ohms

50 watts). Afin d'éviter un débit constant trop élevé dans ce potentiomètre, celui-ci est monté en série avec la résistance R1 (5.000 ohms 10 watts).

Dans ces conditions, la tension disponible au curseur du potentiomètre P1 variera d'environ 100 à 300 volts et le débit dans la ligne I qui lui est connectée pourra atteindre 50 *milliampères en service continu et davantage momentanément.*

La tension continue d'environ 100 volts qui existe au point E entre P1 et R1 est utilisée pour l'essai d'isolement avec le tube au néon, comme on le verra par la suite.

Les potentiomètres P2 et P3 qui n'ont à alimenter que des écrans ou des plaques à faible consommation peuvent être choisis d'une dissipation plus faible. Des organes de 10 watts sont toutefois nécessaires. Nous avons utilisé des potentiomètres de 20.000 ohms (*Giress* n° 1561). Toujours pour diminuer le défit fixe dans ces potentiomètres, il a été prévu en série avec chacun une résistance fixe (R2, R3), de 5.000 ohms 5 watts. La tension disponible aux curseurs de ces potentiomètres est ainsi variable de 60 à 300 volts environ et le débit admissible dans les lignes auxquelles ils sont connectés est de 10 mA au maximum.

Les trois potentiomètres des tensions négatives: P'2, P'4 et P'5 seront des organes bobinés, de 1500 ohms chacun et d'une puissance de 5 watts.

Jacks

Les jacks de tension V1, V2, V3, V4, V5 et Vf sont de simples jacks à deux lames montés entre les lignes et la masse pour les jacks V1, V2, V3, V4 et V5 et entre les lignes F et F' pour le jack Vf.

Les jacks d'intensité I1, I2, I3, I4 et If sont des jacks à une rupture (trois lames), montés en série dans les lignes correspondantes. A remarquer que la ligne V étant toujours négative (polarisation), un jack d'intensité est inutile.

Il va sans dire que tous ces jacks devront être choisis d'excellente fabrication et très robustes. Si possible, du type « Armée » ou véritable P. T. T., par exemple.

Commutateurs

Le commutateur K1, ainsi que les commutateurs K3 et K4 sont des organes à un pôle et 3 directions, tandis que le commutateur K2 est à un pôle et 4 directions. Nous avons utilisé des commutateurs à galettes, à une seule galette, ordinairement employés comme commutateurs de gammes dans les récepteurs. De dimensions réduites, ils assurent d'excellent contacts et possèdent un très bon encliquetage.

Nous avons fait appel à un organe du même tye comme commutateur Kf (deux galettes, un pôle et 6 directions par galette). Ce commutateur se comporte très bien, malgré l'intensité élevée qui le traverse lors de l'utilisation du lampemètre en alimentation universelle. Comme il n'y a pas de plot mort entre les plots actifs, il faut éviter de manœuvrer ce commutateur lorsque le lampemètre est en fonctionnement. S'il arrivait en effet que l'on restât entre deux plots (cas peu probable d'ailleurs à cause de l'encliquetage), une partie de l'enroulement de Tf serait court-circuitée et risquerait de griller. Il sera donc prudent de couper un instant le courant du lampemètre par l'interrupteur de mise en marche Im si l'on doit maœuvrer le commutateur Kf.

Le commutateur Ke pourrait être du même type. Pour des raisons d'encombrement minimum, nous avons employé un « va et vient » miniature.

Circuit d'essai des diodes

Pour cet essai, la tension alternative de 20 volts provenant de TA est appliquée aux plaques diodes, avec une résistance de charge (R5, R6, R7 ou R8) de 20.000 ohms 1/4 watt en série, de façon à limiter l'intensité redressée par la diode à une valeur de sécurité.

Nous avons préféré l'essai des diodes sous une tension alternative, non pas pour être plus sûrs de leurs qualités de redresseuses, mais parce qu'une tension continue prise sur le système potentiométrique P1-R1 présenterait l'inconvénient d'être variable avec la position du potentiomètre P1 et la charge de la ligne I. D'autre part, l'intensité redressée varie linéairement ou à peu près par rapport à la tension s'il s'agit de continu. Il aurait donc été impossible, pour l'essai des diodes, d'indiquer dans les tableaux une valeur de débit à mesurer.

Supports de tubes

Ces supports sont au nombre de 10 sur la réalisation que nous proposons. Pour la commodité ultérieure des essais, ils sont numérotés de 1 à 10. Nous trouvons, dans l'ordre:

1: Support 4 broches *américain,*
2: Support 5 broches *américain* destiné à l'essai des tubes à chauffage direct,
3: Support 5 broches *américain* destiné à l'essai des tubes à chauffage indirect,
4: Support 6 broches *américain,*
5: Support 7 broches *américain* petit modèle (small 7),
6: Support « octal » *américain,*
7: Support 8 contacts « transcontinental » *européen* (culot P),

8: Support 5 contacts « transcontinental » *européen* (culot V),
9: Support 5 broches *européen* (culot O). Ce support sert aussi à l'essai des tubes européens 4 broches (culot A),
10: Support 7 broches grand modèle, *américain* (large 7).

La seule particularité à signaler pour ces supports est que l'on devra choisir *les plus robustes* que l'on trouvera car ils seront appelés à assurer un service beaucoup plus dur que sur un récepteur.

De toutes façons, il sera plus prudent de fixer les supports sur le lampemètre par des vis et écrous et non par des œillets ou rivets afin de faciliter le changement éventuel.

Circuit du tube au néon

Le tube au néon N est utilisé pour les *essais d'isolement* et ce, non seulement pour l'espace filament-cathode des tubes à chauffage indirect, mais aussi pour essais d'isolement de tous organes quelconques.

Le problème se posait de la façon suivante:

Les constructeurs de tubes indiquent en général de ne pas dépasser une différence de potentiel de 100 volts entre la cathode et le filament. L'isolement cathode filament n'est pas, en effet, sauf cas exceptionnels, prévu pour des tensions très élevées. Il est donc nécessaire, lors de la vérification de cet isolement, de ne pas appliquer entre la cathode et le filament une tension dépassant une centaine de volts.

Par contre, si l'on désire utiliser le lampemètre en vue d'essais d'isolement d'organes quelconques — condensateurs fixes, transformateurs d'alimentation, bobinages, etc..., — il est désirable d'avoir une tension d'essai se rapprochant des tensions existant normalement dans les récepteurs, soit entre 200 et 300 volts, par exemple.

Ces deux desiderata ont été satisfaits dans le lampemètre UM.5 d'une façon simple.

Un commutateur bipolaire à deux directions, Ke, permet les branchements suivants:

Essais d'isolement d'organes. — Position « O »: le tube au néon N en série avec la résistance de protection R9, est branché entre le + haute tension (300 volts environ) et la borne E. La borne E' étant reliée en permanence à la masse.

Pour les essais d'isolement d'organes quelconques sous 300 volts environ, il suffira donc de connecter l'organe à essayer aux deux bornes E et E'.

Essais d'isolement cathode-filament. — Le commutateur Ke est placé sur la position « E ». Le tube N et sa résistance série R9

sont branchés entre le point « e » qui est à une tension d'environ + 100 volts, et l'enroulement secondaire du transformateur de filament Tf, au point « m » (dans la position « O » de Ke, ce point « m » était relié à la masse). Le commutateur étant sur la position « E » ce point « m » est isolé de la masse. Le circuit du tube néon ne peut donc se fermer que par un court cuircuit ou un mauvais isolement entre le filament du tube en essai et la masse.

Tube néon. — Le tube au néon que nous avons utilisé est un tube *Osa* type T1. Ce tube, dénommé « témoin » sur les catalogues, donne une lueur visible pour un courant de quelques *micro-ampères* seulement, et constitue donc un indicateur de très grande sensibilité. Sa tension d'allumage est de 85 volts continus environ, de sorte qu'il convient parfaitement pour l'essai d'isolement cathode-filament sous faible tension.

Le tube *Osa* T1 est livré normalement avec culot dit « petite vis Edison ». Il est important de connecter le tube de façon que la vis extérieure corresponde au *positif*, soit dans le montage au commutateur Ke, et le plot central au *négatif*, soit ici la borne E. Les dimensions du tube T1 sont très petites.

Le tube ne comportant pas de résistance dans le culot, la connexion d'une résistance de protection R9 en série (100.000 ohms 1/4 watt) est indispensable.

Instrument de mesure

Comme nous l'avons déjà indiqué, un seul instrument de mesures universel suffit pour l'usage du lampemètre UM.5.

Tous les diviseurs de tension du lampemètre ont été prévus à faible résistance, de sorte que la mesure des tensions ne soit pas faussée par la consommation propre de l'instrument de mesures employé en voltmètre.

Il est toutefois supposé que l'on utilise un instrument dont la consommation propre ne dépasse pas 1 milliampère, autrement dit, présentant une résistance d'*au moins* 1000 ohms par volt en voltmètre.

Même dans le cas d'un instrument « 1000 ohms par volt », une précaution est à prendre lors des mesures de tensions *négatives* prises sur les potentiomètres P'2, P'4 et P'5.

Il faut éviter de se servir d'une échelle trop faible.

Si l'on a, par exemple, les échelles 3 V., 7,5 V., 30 V., etc., ne jamais utiliser l'échelle 3 V. et n'employer l'échelle 7,5 V. que pour les tensions *au-dessous* de 5 V.

L'emploi d'un instrument de consommation supérieure à 1 mA (moins de 1000 ohms par volt) est à déconseiller. Il conduirait, en

effet, à des mesures (des tensions négatives en particulier) affectées d'erreurs suffisantes pour que les résultats de l'essai ne donnent aucune indication réelle des caractéristiques du tube.

Divers

L'interrupteur général Im, qui sera un tumbler miniature, permet la mise en marche et l'arrêt de l'appareil.

Comme rien n'indique de l'extérieur que le lampemètre est en fonctionnement ou non, il a été prévu une ampoule témoin (0,1 ampère) branchée aux cosses 6,3 volts du transformateur T1. Cette ampoule sera avantageusement placée dans un voyant lumineux rouge. Ce voyant rouge rend le témoin très visible, même en plein jour.

Il sera avantageux de munir chacun des potentiomètres P1, P2, P3, P'2, P'4 et P'5 d'un cadran gradué et d'un bouton avec repère ou d'un bouton flèche qui permettra de repérer d'avance, au moins pour les tubes les plus courants, les positions approximatives à donner aux curseurs pour obtenir les tensions voulues.

Les commutateurs K1, K2, K3, K4 et Kf seront aussi munis d'un bouton flèche et de repères indiquant clairement leur position.

La ligne V sera amenée à une douille pour fiche banane, convenablement placée auprès des supports de lampes, de façon qu'un fil souple muni à une extrémité d'une fiche banane et à l'autre d'une pince à téton double (l'une pour tétons normaux et l'autre pour tétons miniature des tubes octal) puisse opérer le branchement sur n'importe quel tube. Lorsque la ligne V ne sera pas utilisée (tubes sans téton), il importera soit d'enlever la fiche banane de sa douille, soit placer la pince à téton sur un support isolant *ad hoc*.

Comme bornes pour l'utilisation extérieure et pour l'essai d'isolement, nous avons eu recours à des bornes « universelles » qui sont fort pratiques pour cet usage. On peut en effet y fixer soit un fil, soit une cosse plate, soit une fiche banane. Pour éviter toute erreur de branchement, ces bornes seront clairement désignées: I, II, III, IV, V, M, E-E', F et F' comme indiqué sur le schéma.

§ 4. — **Réalisation**

Le lampemètre UM.5 n'étant destiné qu'à des mesures statiques, le mode de réalisation et le câblage de l'appareil seront uniquement déterminés par des conditions d'encombrement, commodité

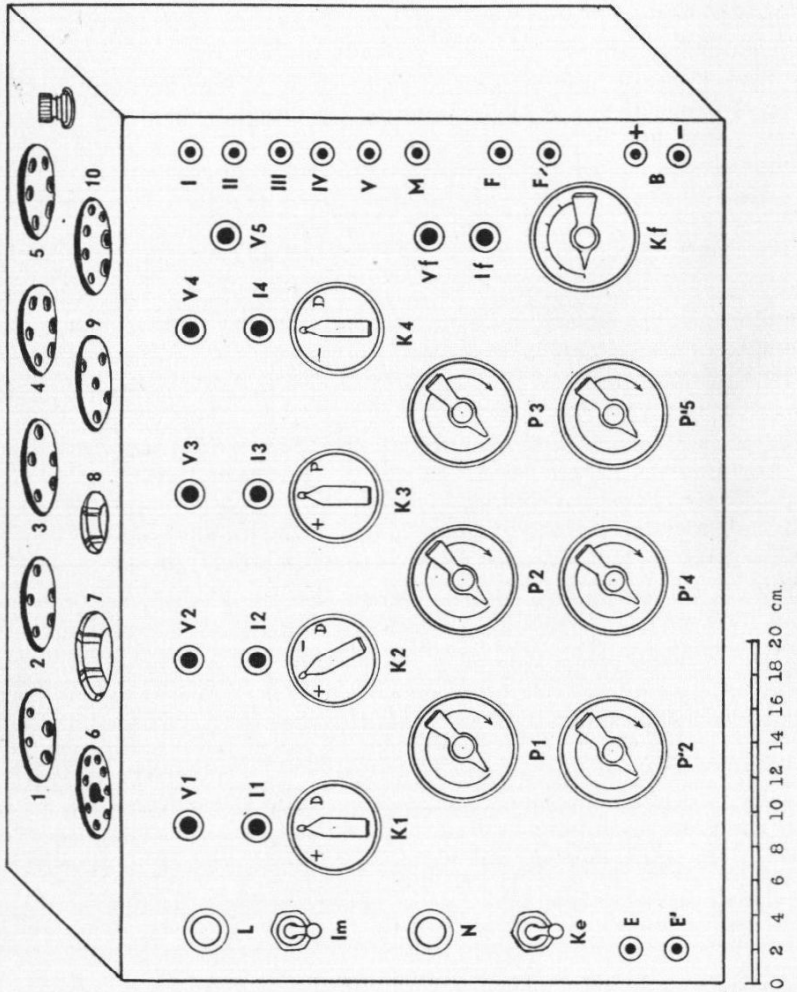


Fig. 10. — *Lampemètre UM.5. — Vue d'ensemble*

d'emploi, facilité de montage et de convenances personnelles. C'est dire que le réalisateur a toute licence d'établir le lampemètre sous la forme qui lui convient: coffret, panneau mural, pupitre, etc...

Nous tenons toutefois à indiquer une réalisation qui a l'avantage de conduire à un montage et à un câblage extrêmement simples et de n'occuper qu'un emplacement assez restreint sur la table de travail, toujours encombrée, du professionnel. (Fig. 10).

Le lampemètre est logé dans une boîte parallélipipédique mesurant 50×35×20 cm. L'une des grandes faces de la boîte (50×35 cm.) constitue un panneau portant tous les organes de manœuvre; cette face est verticale. La boîte est posée sur une petite face (50×20 cm.) de façon à ne présenter qu'un encombrement horizontal restreint, la face supérieure (50×20 cm.) portant seulement les différents supports de lampes. Les différents organes sont disposés sur le panneau avant, comme il est montré par la fig 10.

A la partie supérieure se trouvent les jacks V1, V2, V3, V4, V5, I1, I2, I3 et I4.

Au-dessous, les commutateurs K1, K2, K3 et K4.

Au-dessous de ceux-ci, les trois potentiomètres P1, P2 et P3.

Enfin, en bas, les potentiomètres P'2, P'4 et P'5.

Sur le côté droit du panneau avant, on trouve, de haut en bas: les jacks Vf et If, le commutateur du transformateur de chauffage Kf et les bornes d'utilisation extérieure: I, II, III, IV, V, M, F, F', B+ et B—.

Sur le côté gauche, également de haut en bas: le voyant lumineux L indiquant que l'appareil est en fonctionnement, l'interrupteur de mise en marche Im, le tube au néon N, le commutateur Ke et les bornes E-E' pour les essais d'isolement et de condensateurs.

Pour la facilité de montage des jacks et des bornes, ainsi que des potentiomètres P2 et P3 dont les axes ne sont pas isolés, le plus simple est de constituer le panneau avant par une plaque de bakélite de 5 mm. d'épaisseur, par exemple. La seule précaution à prendre est nécessitée par la puissance relativement grande dissipée par les potentiomètres P1, P2 et P3. P1 en particulier se comporte comme un véritable petit radiateur. Il sera bon, pour éviter un échauffement exagéré du panneau, de doubler celui-ci à l'aplomb de ces potentiomètres, par une feuille de carton d'amiante de quelques millimètres d'épaisseur, et même d'interposer un petit écran de même matière entre le potentiomètre P1 et les commutateurs K1 et K2 afin d'éviter une déformation possible des galettes sous l'influence de la chaleur dégagée.

Sur la base du coffret seront fixés tous les organes d'alimentation, chauffage et haute tension, soit les transformateurs TA et Tf, la bobine de filtre S, les condensateurs C1 et C2 et la valve 5Z4.

Comme le câblage est extrêmement simple et que, par ailleurs, sa disposition est absolument sans importance pour le fonctionnement de l'instrument, nous n'avons pas jugé utile de donner un plan de câblage qui serait, au demeurant, forcément assez confus.

Le montage sera facilité si l'on opère suivant l'ordre indiqué ci-après:

a) Câbler le panneau supérieur des supports de lampes;

b) Câbler le panneau avant;

c) Assembler ces deux panneaux et monter les connexions qui les relient;

d) Monter les organes d'alimentation sur la base;

e) Assembler la base avec l'ensemble des panneaux avant et supérieur et établir les connexions de l'alimentation haute tension et du transformateur Tf avec le panneau avant. Souder auparavant sur le commutateur Kf tous les fils allant au transformateur Tf, en prévoyant une longueur suffisante et en les repérant avec soin, monter ensuite le transformateur Tf sur la base avec les cosses de connexion placées vers l'arrière afin de pouvoir aisément effectuer les soudures nécessaires.

En raison de la puissance dissipée dans les potentiomètres P1, P2 et P3, une très bonne ventilation de l'intérieur est nécessaire pour éviter un échauffement exagéré. Il sera donc préférable, soit de laisser l'arrière du coffret entièrement ouvert, soit, si on le ferme par un panneau, de constituer celui-ci par une tôle perforée ou par un contreplaqué muni de *très larges* ouvertures d'aération *en haut et en bas.*

Les côtés et le fond du coffret seront exécutés en bois dur de 10 à 15 mm. d'épaisseur, assemblés à vis pour faciliter le montage.

§ 5. — **Variantes et remarques**

Il n'est pas toujours facile de se procurer le potentiomètre P1 de 50 watts que nous avons indiqué, ou un organe équivalent. En outre, le prix en est assez élevé.

On peut, à la rigueur, utiliser un potentiomètre de 40 watts seulement; mais il faudra avoir soin de faire *rapidement* les essais des

tubes dont la consommation anodique atteint ou dépasse 50 mA, tel que les 2A3, 6L6, EL5, EL6, etc. Le débit maximum de la ligne I sera réduit à 45 mA en service continu.

Les deux solutions suivantes de remplacement sont préférables.

La première, qui est la plus parfaite, consiste à supprimer purement et simplement P1 et R1, en prévoyant, à la place du transformateur TA, *deux* transformateurs, l'un, T1, fournissant seulement le chauffage du tube redresseur, et l'autre, T2, uniquement la haute tension de 2×375 V, 100 mA. Le primaire de T2 sera établi pour une tension de 110 volts, et alimenté par un *Alternostat* (ou *Variac*, ou analogue), ce qui permettra de faire varier la tension redressée de zéro à plus de 350 volts. Ce sera la commande de l'Alternostat qui remplacera celle de P1. Dans ces conditions, le débit dans la ligne I peut atteindre 80 mA en service continu sans inconvénient (1).

La seconde consiste à remplacer l'ensemble P1-R1 par le montage que représente la fig. 11, dans lequel les résistances R sont chacune de 2000 ohms, 10 watts, P est un potentiomètre de 2000 ohms, 10 watts, et K est un commutateur à une galette à deux pôles et 6 directions.

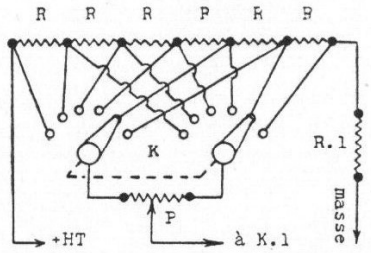


Fig. 11. — *Remplacement du potentiomètre P1*

Avec ce montage, la tension de la ligne I est d'abord réglée approximativement par le commutateur K, puis ajustée exactement par P. Le débit maximum admissible dans la ligne I est de 60 mA.

Les deux jacks Vf et If, prévus pour la mesure de la tension et du débit du filament, ne sont pas indispensables.

---

(1) Le montage de l'alimentation haute tension est ainsi analogue à celui du lampemètre UM.9, qui sera décrit au chapitre V.

Les tensions d'alimentation du filament fournies par le transformateur Tf n'étant pas réglables, ces jacks ne sont pratiquement nécessaires qu'en cas d'essais de tubes batteries, si le circuit d'alimentation comporte un rhéostat (par exemple, tubes batterie 2 V alimentés par une pile sèche de 3 V). Encore convient-il de remarquer qu'on peut éviter l'emploi de tout rhéostat en alimentant les tubes batterie 2 V par un élément d'accumulateur, et les tubes de la série 1,4 V par un élément de pile sèche.

§ 6. — Le Lampemètre UM.5.A

à instrument de mesure incorporé

Dans le lampemètre UM.5, nous avons prévu l'emploi, comme instrument de mesure, d'un contrôleur universel, ou analogue, à l'aide de jacks appropriés. Cette disposition réduit au minimum le prix de revient de l'appareil.

Mais il faut reconnaître que les mesures, surtout celles des tubes complexes, nécessitent un grand nombre de manœuvres de la fiche du contrôleur, d'abord pour établir les tensions aux valeurs correctes, puis pour lire les intensités. L'oubli, toujours possible au cours de ces manœuvres, du changement de sensibilité du contrôleur risque d'endommager parfois gravement cet instrument.

L'emploi du lampemètre peut être rendu plus commode et plus rapide, au prix d'une augmentation cependant raisonnable du prix de revient, si l'on réalise le montage UM.5.A, à instrument de mesure unique incorporé, que nous avons étudié à la demande d'un grand nombre de lecteurs.

Description

A part l'instrument de mesure et son combinateur, le lampemètre UM.5.A est exactement identique, tant comme schéma que comme valeurs des organes, au UM.5.

La fig. 12 montre le montage de l'instrument de mesure incorporé. Les désignations: lignes I, II, III, IV, V; K1, K2, K3, K4, P1, P2, P3, P'2, P'4, P'5, R5, R6, R7, R8, désignent les mêmes organes que dans le schéma du lampemètre UM.5.

L'instrument de mesure proprement dit, MA, est un milliampèremètre de 0,5 mA. Les différentes mesures sont obtenues à l'aide du commutateur à trois galettes Km, qui comporte 3 pôles et 10 directions et fonctionne de la façon suivante:

1° *Positions* 1, 2 *et* 3. — Ces positions correspondent à la mesure des tensions *positives* des lignes I, II et III (+V1, +V2, +V3). Le milliampèremètre fonctionne en voltmètre. A cet effet, le « + » de MA est relié aux lignes I, II et III, tandis que le « — » est relié à la masse, avec interposition des résistances de tension r3, r4 et r5, montées en série. La résistance totale étant de 1 mégohm,

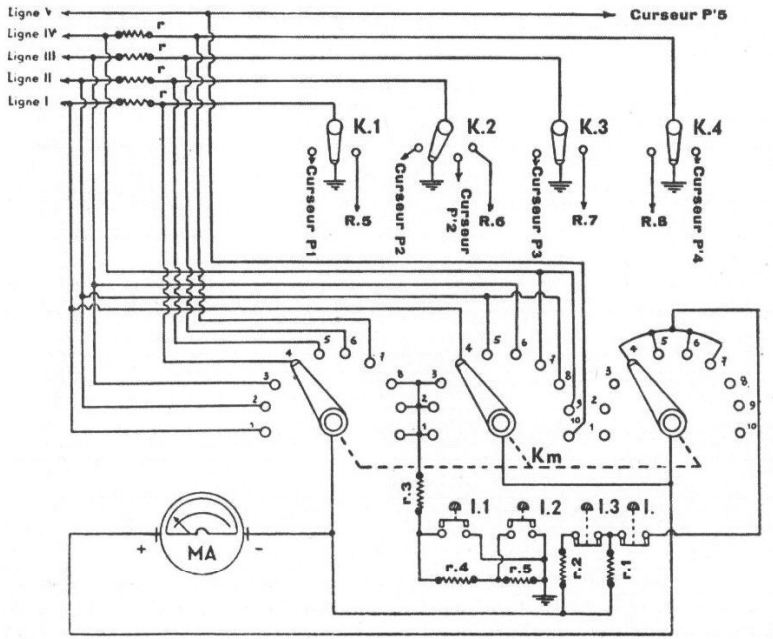


Fig. 12. — *Schéma de l'instrument de mesure incorporé*

r, r1, r2: voir texte
r3: 20.000 ohms, 1 W.
r4: 180.000 ohms, 1 W.
r5: 800.000 ohms, 1 W.

Autres organes: mêmes valeurs que Planche I

l'échelle du voltmètre est normalement de 500 volts. Mais en appuyant sur le contacteur à poussoir I2, on met r5 en court-circuit, ce qui donne une échelle de 100 V, et en appuyant sur I1, on met en court-circuit r4 et r5, ce qui donne une échelle de 10 V. Cette dernière n'est d'ailleurs pas utilisée pour la mesure des tensions positives; mais nous en trouverons l'usage plus loin.

2° *Positions* 4, 5, 6 *et* 7. — Ces quatre positions correspondent à la mesure des intensités dans les lignes I, II, III et IV (I1, I2, I3, I4). Le milliampèremètre est mis en parallèle sur les résistances montées dans les quatre lignes. Il se trouve en même temps shunté par les deux résistances r1 et r2.

Dans ces conditions, la sensibilité de l'instrument est normalement de 100 mA. Mais en appuyant sur l'interrupteur à poussoir I3, on supprime le shunt r2, ce qui donne une sensibilité de 10 mA; et en appuyant sur I4, on supprime r2 et r1, ce qui donne une sensibilité de 1 mA. Cette dernière sensibilité est utilisée pour la mesure du courant redressé par les diodes, qui est de l'ordre de 0,3 mA.

La valeur de r est égale à la résistance du milliampèremètre, celle de r1 est égale à r/18 et celle de r2 à r/180.

3° *Positions* 8, 9 *et* 10. — Ces trois positions correspondent à la mesure des tensions *négatives* des lignes II, IV et V (—V2, —V4, —V5). Rappelons que II et IV peuvent être négatives et que V l'est toujours.

Des positions spéciales sont nécessaires, car il faut que la polarité de l'instrument soit inversée. Ces trois positions utilisent les mêmes résistances de tension que précédemment, r3, r4 et r5, et fournissent les mêmes échelles. C'est ici que l'échelle 10 V. trouve son emploi.

Il est important que la résistance du milliampèremètre ne soit pas supérieure à 100 ohms, afin que la chute de tension dans les résistances r demeure faible; même pour des débits de ligne élevés.

Dans les positions « voltmètre », la résistance étant de 2000 ohms par volt, les mesures seront très précises.

La combinaison de commutateur et de poussoirs employée a l'avantage qu'il est impossible d'endommager l'instrument par suite d'une fausse manœuvre, puisqu'il est nécessaire de maintenir un poussoir enfoncé pour obtenir les sensibilités élevées.

Réalisation

Les jacks V1, V2, V3, V4, V5, I1, I2, I3 et I4, qui figuraient sur le lampemètre UM.5, sont supprimés. On peut, sans grand inconvénient, comme on vient de le voir au paragraphe précédent, supprimer les jacks If et Vf.

Le milliampèremètre sera un instrument d'excellente qualité. Un cadran de 55 mm. est suffisant; mais un cadran de plus grand diamètre, 80 ou 100 mm. est évidemment préférable pour la facilité et la précision des lectures.

Le commutateur de mesures Km sera muni d'un bouton flèche et d'un cadran indiquant clairement les quantités mesurées pour

chacune de ces positions. La fig. 13 montre une disposition recommandable de ce cadran et des quatre poussoirs I1, I2, I3 et I4, qui seront, eux aussi, clairement marqués.

Il est *indispensable* que les galettes du commutateur Km soient du type dans lequel le grain de contact ne met pas en court-circuit deux plots consécutifs en passant de l'un à l'autre.

Les valeurs des résistances de tension r3, r4 et r5 doivent être exactes au moins à 2 % près. Le lecteur trouvera dans notre manuel

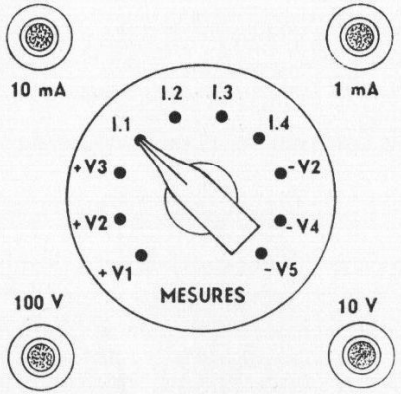


Fig. 13. — *Commutateur de mesures et poussoirs*

n° 6 (1) toutes les indications relatives à l'ajustement des résistances de tension d'un voltmètre.

On ajustera d'abord (en maintenant momentanément I1 fermé) la résistance r3 pour obtenir exactement l'échelle 10 V; puis (en maintenant I2 fermé) la résistance r4 pour l'échelle 100 V; et enfin la résistance r5 pour l'échelle 500 V.

Les résistances shunt r, r1 et r2 seront réalisées en fil résistant (nickel-chrome ou, de préférence, constantan) bobiné sur de petites plaquettes de bakélite munies de cosses. Il est nécessaire d'utiliser une section de fil suffisante pour la résistance r qui est montée dans la ligne I, car l'intensité qui la parcourt peut atteindre 70 mA. Il en est évidemment de même pour r2.

Dans le cas où l'on ne connaîtrait pas de façon précise la résistance du milliampèremètre et dans celui, plus fréquent encore, où

(1) *Mesures pratiques des tensions alternatives*, Chapitre premier.

l'on ne disposerait pas de moyens de mesure très précis des faibles résistances, on trouvera plus loin (Ch. IV, par. 11) la méthode à employer pour déterminer les shunts de milliampèremètres.

On ajustera d'abord (en maintenant momentanément I4 ouvert) les résistances r pour obtenir exactement la sensibilité de 1 mA; puis (en maintenant ouvert I3) la résistance r1 pour obtenir 10 mA; et enfin la résistance r2 pour obtenir la sensibilité 100 mA.

Les poussoirs contacteurs I1 et I2 et interrupteurs I3 et I4 doivent être munis de ressorts les rappelant franchement à leur position de repos et donner d'excellents contacts. Cette dernière condition est extrêmement importante pour I3 et I4, qui commandent les shunts. On peut réaliser des organes très satisfaisants en utilisant des lames de contact de jacks convenablement modifiées.

CHAPITRE IV

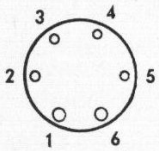
EMPLOI DU LAMPEMÈTRE UM. 5

Tout le texte qui va suivre s'applique aussi bien au lampemètre UM.5.A, à instrument de mesure incorporé, qu'au UM.5 utilisant un contrôleur universel extérieur. Nous nous sommes toujours référés au type UM.5; mais s'il est fait usage du UM.5.A, il suffit de remplacer, par exemple, l'expression: « la fiche du contrôleur sera placée dans le jack I3 » par : « le commutateur de mesure Km sera placé sur la position I3 ».

I. — CONTROLE DES TUBES

§ 1. — Principe

Sur un support donné, par exemple le support 6 contacts américain, peuvent se monter un grand nombre de tubes différents.



CON - TACTS	57-58-77-78 6C6-6D6- 89	55 - 75 85- 2A6	41-42- 43 2A5 - 6B5
1	H	H	H
2	P	P	P
3	E	D_2	E
4	S	D_1	G
5	K	K	K
6	H	H	H
TÉTON	G	G	

H H : FILAMENT (Chauffage indirect) K: CATHODE P : PLAQUE
E: ECRAN D1-D2: PLAQUES Diodes S: SUPPRESSOR G: GRILLE COMde.

Fig. 14. — *Tableau de concordance*

Considérons ce support 6 contacts vu par dessous, comme d'usage. (Fig. 14). Numérotons les contacts de 1 à 6 en partant d'une

des broches filament et en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, suivant la pratique américaine. Nous pouvons, pour les différents tubes qui peuvent se monter sur ce support, établir le tableau de concordance suivant entre les électrodes et les contacts du support. (Fig. 14).

Nous voyons immédiatement que la broche 2 devra *toujours* être *positive* puisqu'elle correspond *toujours* à une *plaque*.

La broche 3 correspond soit à un *écran*, soit à une *plaque diode*.

La broche 4 correspond soit à la *grille de commande*, soit à une *plaque diode*, soit au *suppressor*.

Le contact 5 correspond *toujours à la cathode*.

Enfin, le téton au sommet du tube, lorsqu'il existe, correspond *toujours à une grille de commande* (ceci, précisons-le, en ne considérant que les *tubes américains*).

Si nous nous reportons maintenant au schéma général du lampemètre UM.5 donné par la planche I, nous voyons que le contact 2 est relié à la ligne I, le contact 3 à la ligne II, le contact 4 la ligne IV, le contact 5 à la ligne K (cathodes) et le téton — s'il y en a un — à la ligne V.

Les contacts 1 et 6 (filament) sont reliés à la ligne de chauffage F, F'.

Soit à contrôler un tube 6D6:

Le commutateur Kf sera placé sur la position 6,3 V. Le filament sera ainsi alimenté sous la tension normale de 6,3 volts, tension mesurée en plaçant la fiche du contrôleur dans le jack Vf. Le débit dans le filament sera mesuré en plaçant la fiche du contrôleur dans le jack If. Ce débit doit être de 0,3 ampère.

Le commutateur K1 de la ligne I étant placé sur la position « + », on appliquera, par la manœuvre du potentiomètre P1 une tension positive à la plaque.

Le commutateur K2 étant placé également sur la position « + », on appliquera, par la manœuvre du potentiomètre P2, une tension positive à l'écran.

Le commutateur K4 de la ligne IV étant placé sur la position O, le suppressor sera à la tension zéro de la cathode.

La pince reliée à la ligne V sera placée sur le téton du tube et on appliquera une tension négative à la grille de commande reliée à ce téton en manœuvrant le potentiomètre P'5.

On règlera les potentiomètres P1, P2 et P'5 de façon que la tension appliquée à la plaque (ligne I), vérifiée en enfonçant la fiche du contrôleur dans le jack V1, soit de 250 volts, que la tension appliquée à l'écran (ligne II), vérifiée en enfonçant la fiche du

contrôleur dans le jack V2, soit de 100 volts, et que la tension appliquée à la grille de commande, vérifiée en enfonçant la fiche du contrôleur dans le jack V5 soit de —3 volts.

Dans ces conditions, on devra mesurer, en enfonçant la fiche du contrôleur dans le jack I1, un courant plaque de 8,2 milliampères, et en enfonçant la fiche du contrôleur dans le jack I2 un courant écran de 2 milliampères.

Si les courants mesurés ont bien ces valeurs ou s'en écartent de très peu, on pourra considérer le tube 6D6 *essayé comme bien conforme aux normes, donc correct à tous points de vue.*

Pour contrôler l'isolement entre la cathode et le filament il suffira de placer le commutateur K2, qui était sur la position O, à la position E. Nous mettons ainsi en circuit le tube au néon entre le filament et la masse (c'est-à-dire ici la cathode). Au moindre défaut d'isolement, le tube, qui était resté éteint ou à peine luminescent, s'illuminera.

Il est de toute évidence que si, pour chaque tube que l'on se propose d'essayer, il fallait faire le raisonnement suivant:

« ...telle électrode correspond à tel contact du support, ce contact du support est relié à telle ligne, il faudra donc placer le commutateur de cette ligne sur telle position, la tension à appliquer à l'électrode est tant et son débit devra être tant... »,

l'opération serait vraiment un peu longue et l'usage de l'appareil rebutant.

On va voir ci-après de quelle façon nous avons rendu l'emploi du lampemètre infiniment plus pratique à l'aide d'un certain nombre de tableaux, tableaux que l'usager aura *lui-même* par la suite toutes les facilités de compléter et, si besoin, de modifier.

§ 2. — **Etablissement des tableaux**

Il conviendra donc d'établir des tableaux tels que pour essayer un tube donné on puisse relever le plus rapidement possible toutes les caractéristiques.

Si par exemple nous prenons le tube EF.6, nous devrons avoir:

Tube: EF.6; *support:* n° 7.
Commutateurs Kf: 6,3 K1:+ K2:+ K3: 0 K4:—
Tensions: Vf: 6,3 V1: 250 V2: 85 V5:—2
Débits: If: 0,2 A. I1: 7,5 mA I2. 2,3 mA.

Donnons un deuxième exemple:

Tube: 6L7. *Support:* n° 5.
Commutateurs: Kf: 6,3 K1:+ K2+ K3:0 K4:—
Tensions: Vf: 6,3 v. V1: 250 v. V2: 100 v. V4:—3v.; V5:—3 v.
Débits: If: 0,3 A. I1: 5,3 mA I2: 6,5 mA.
Etc., etc....

Ce manuel est accompagné de tableaux dans lesquels figurent un nombre très important de tubes, mais il est bon de savoir comment établir un tableau de ce genre et ce pour deux raisons: la première est qu'il est toujours préférable de comprendre ce que l'on fait, la seconde que des tubes nouveaux apparaissent sans cesse et que par conséquent les indications nécessaires auront sans cesse besoin d'être complétées.

Nous allons prendre volontairement comme exemple le cas le plus compliqué: celui des tubes américains à culot octal.

On considère le support octal vu par dessous et on numérote les contacts comme sur le schéma général (Planche I). Ce schéma indique que l'on a la concordance suivante entre les numéros des contacts et les lignes du lampemètre.

Contact	1	Masse
—	2	ligne de chauffage F'
—	3	ligne I
—	4	ligne II
—	5	ligne IV
—	6	ligne III
—	7	ligne de chauffage F
—	8	masse

On dresse alors un tableau analogue à celui de la fig. 14 que nous avions établi pour les tubes américains 6 broches.

Ce tableau (tableau I, hors texte), montre immédiatement que si on place par exemple un tube 6B8 dans le support octal du lampemètre, les connexions suivantes s'établissent:

Blindage.	à la masse
Cathode.	à la masse
Filament.	lignes filament F F'
Plaque.	ligne I
Diode 1	ligne II
Diode 2	ligne IV
Ecran.	ligne III
Grille comm.	ligne V

Pour l'essai du tube on doit réaliser les conditions suivantes:

Cathode.	à la masse
Filament.	6,3 v.
Plaque.	250 v.
Ecran.	125 V.
Grille.	—3 V.
Diodes D1 et D2	20 volts alternatifs
Débit filament	0,3 A.
Débit plaque	10 mA.
Débit écran	2,3 mA.

On en déduira immédiatement que le commutateur Kf de la ligne filament devra être placé sur la position 6,3 v., le commutateur Ke sur la position O, le commutateur K1 de la ligne I à la position « + », le commutateur K2 de la ligne II à la position D, le commutateur K3 de la ligne III à la position « + », le commutateur K4 de la ligne IV à la position D, et que la tension mesurée en V1 devra être 250 volts, la tension mesurée en V3: 125 volts, la tension mesurée en V5: —3 volts et les débits mesurés en I1 de 10 mA, en I2 de 0,3 mA, en I3 de 2,3 mA et en I4 de 0,3 mA.

On portera donc sur le tableau d'essai:

Tube: 6B8. *Support:* n° 6.
Commutateurs: Kf: 6,3 V. K1: + K2: D K3: + K4: D
Tension: Vf: 6,3 V. V1: 250 V. V3: 125 V. V5: —3 V.
Débits: If: 0,3 A. I1: 10 mA I2: 0,3 mA I3: 2,3 mA I4: 0,3 mA

Supposons maintenant que nous ayions affaire à un nouveau tube octal, par exemple le 6S7.G *que nous avons intentionnellement omis de faire figurer sur le tableau.*

Les indications du constructeur sont:

Pentode à pente variable

Brochage		Caractéristiques	
1 ..	non connectée		
2 ..	filament	Tension filament .	6,3 V.
3 ..	plaque	Courant filament .	0,15 A.
4 ..	écran	Tension plaque ..	250 V.
5 ..	suppressor	Débit plaque	8,5 mA
6 ..	absente	Tension écran ...	100V.
7 ..	filament	Débit écran	2 mA.
8 ..	cathode	Suppressor.	à la cathode
Téton ..	grille commande	Grille commande .	—3 V.

En nous reportant au Tableau I, nous voyons que le tube 6S7.G peut entrer dans la même colonne que les 6K7 et 6J7 puisque nous avons la correspondance:

Broche	Ligne	Electrode
1	masse	non connectée
2	F	Filament
3	I	Plaque
4	II	Ecran
5	IV	Suppressor
6	III	non connectée
7	F'	Filament
8	masse	Cathode
Téton	V	Grille commande

Le tube 6S7.G figurera donc dans le tableau d'essais des tubes de la façon suivante:

Tube: 6S7.G. *Support:* n° 6.
Commutateurs: Kf: 6,3 K1: + K2: + K3: 0 K4:0.
Tensions: Vf: 6,3 V. V1: 250 V. V2: 100 V. V5: —3 V.
Débits: If: 0,15 A. I1: 8,5 mA. I2: 2 mA.

On voit que le mécanisme d'établissement des tableaux d'essais est en somme extrêmement simple et que n'importe quel tube nouvau peut être introduit en quelques secondes.

Dans le but de faciliter encore l'inscription de tubes nouveaux, tous les contacts des différents supports ont été numérotés sur le schéma général du lampemètre.

Les *tableaux de mesures* pour les différents tubes sont donnés en hors-texte, à savoir:

Tableau II: Tubes américains 4 broches
— III: — — 5 —
— IV: — — 6 —
— V: — — 7 — (petit culot)
— VI: — — 8 — (octal)
— VII: — — 7 — (grand culot)
— VIII: — européens contacts latéraux (culot P)
— IX: — — contacts latéraux (culot V)
— X: — — 4 et 5 broches
— XI: — américains batteries
— XII: — européens batteries
— XIII: — qui ne se montent pas sur les supports du lampemètre.

§ 3. — **Cas particuliers**

1. —*Tubes à chauffage direct par le secteur*

Les exemples pris jusqu'ici ont été choisis dans les séries de tubes à *chauffage indirect* qui constituent d'ailleurs à l'heure actuelle l'immense majorité des tubes récepteurs de radio. Il existe néanmoins encore quelques tubes à chauffage direct sur le secteur (tubes de puissance en particulier). Nous citerons parmi les plus fréquents: les 45, 47 et 2A3 américains, et les AL.1 et AD.1 européens.

Il a été nécessaire de prévoir un support spécial pour les tubes américains 5 broches à *chauffage direct* (support n° 2). Pour les autres tubes, le même support convient pour les tubes à chauffage indirect ou direct.

Il est rappelé que les tubes à chauffage direct sont essayés dans les conditions pour lesquelles les constructeurs indiquent les tensions et les débits, puisque le point milieu du filament est à la masse, à laquelle sont reportées toutes les tensions de l'instrument.

2. — *Tubes batterie*

La grande majorité des tubes batterie peuvent être également essayés ou mesurés avec le lampemètre UM.5. Les exceptions, peu nombreuses, sont les suivantes:

Tubes américains: Culot octal: 1E7 et 1H6
Culot 6 broches: 1A6, 1C6, 1B5, 1F6, 19

Tubes européens: Culot 7 broches « C »: B.240
Série accus 4 V.: A.441.N

Ces divers tubes sont d'un emploi si peu fréquent que l'on ne doit pas déplorer cette petite lacune. Rien n'empêche du reste, en cas de besoin, de monter un support « volant » comme il est indiqué dans le paragraphe suivant.

Tous les autres tubes batterie s'essayent sur les supports de l'appareil.

En ce qui concerne les essais des tubes batterie, afin que les mesures soient valables, il est nécessaire que le filament du tube soit alimenté en *courant continu*. Cette condition sera réalisée en plaçant le commutateur Kf sur la position B et en connectant une batterie convenable aux bornes B+ et B—; la polarité indiquée étant, bien entendu, respectée.

En utilisant un accumulateur — un élément pour les tubes 2 volts et deux éléments pour les tubes 4 volts — il ne sera pas nécessaire de prévoir de rhéostat pour le réglage de la tension filament, précaution qui serait indispensable si l'on employait des piles.

Il va sans dire que le professionnel qui aurait assez souvent à faire des essais de tubes batterie, trouverait avantage à monter sur le lampemètre un support 6 broches américain spécial pour les tubes batterie. Il pourrait alors essayer pratiquement *tous* les tubes batterie *directement sur le lampemètre,* par la seule connexion de la batterie.

Les tableaux XI et XII indiquent les essais à faire pour les tubes batterie qui peuvent être essayés sur les supports du lampemètre UM.5. Le tableau XIII (tubes qui ne peuvent s'essayer sur les supports du lampemètre), donne les indications nécessaires pour l'essai de tous les autres tubes batterie.

3. — *Tubes qui ne peuvent être essayés sur les supports du lampemètre*

Ces tubes sont en petit nombre, et il s'agit toujours de tubes soit périmés, soit peu courants. Il aurait été certainement possible d'essayer tous ces tubes en montant sur le lampemètre un nombre de supports suffisant, mais nous avons jugé ridicule d'installer un support qui ne servirait qu'à essayer un ou deux échantillons d'un modèle très rare et peut-être une fois chaque trois ans.

Il demeure toutefois possible de mesurer avec le lampemètre UM.5, tel qu'il est décrit, grâce aux bornes d'utilisation extérieure, *absolument n'importe quel tube.* Il suffira pour cela de monter le tube sur un support approprié et de relier les contacts de ce support aux bornes convenables du lampemètre; les commutateurs, potentiomètres et jacks de celui-ci servant à la mesure comme d'habitude. Au besoin même on pourrait se passer de support en reliant directement les broches du tube (auxquelles on aura soudé des fils) aux bornes convenables.

Afin de faciliter ces essais de tubes en dehors du lampemètre, nous donnons dans le tableau XIII le brochage des tubes à essayer ainsi, la correspondance des électrodes, les lignes à utiliser, la position des commutateurs, les tensions à appliquer et les débits à trouver.

§ 4. — **Pratique de l'essai rapide des tubes**

Lors de l'essai d'un tube quelconque, il importe, *avant toutes choses,* de consulter le tableau d'essai; car celui-ci fournit toutes les indications nécessaires.

On aura tout intérêt à adopter l'ordre suivant des opérations:

1° Vérifier par la lampe témoin que le lampemètre n'est pas en fonctionnement.

2° Placer tous les commutateurs sur les positions indiquées par le tableau.

3° Placer le tube sur le support indiqué par le tableau.

4° Les potentiomètres entrant en jeu pour l'essai seront placés de façon à fournir des tensions *certainement inférieures* à celles qui seront nécessaires, c'est-à-dire pour les *tensions positives,* des tensions *moins élevée,* et pour les *tensions négatives,* des *tensions plus grandes en valeur absolue,* donc, en réalité, *plus faibles.*

Si ces potentiomètres sont munis, comme nous le conseillons, de cadrans gradués, il sera facile de « préparer » ces tensions inférieures à celles de l'essai, mais proches de ces valeurs.

5° Le lampemètre est mis en fonctionnement et un laps de temps suffisant est alloué au tube pour que la cathode ou le filament prenne la température convenable. On contrôle le chauffage par Vf et If.

6° On règle alors exactement les valeurs par les potentiomètres, tout en les contrôlant par les jacks correspondants.

7° Toutes les tensions étant bien exactes, on mesure les débits par les jacks appropriés.

8° S'il s'agit d'un tube à chauffage indirect, on fait alors l'essai d'isolement de la cathode.

9° On arrête le fonctionnement du lampemètre.

L'habitude d'observer cet ordre méthodique pour les essais évite à coup sûr des incidents désagréables (tube détérioré par une fausse manœuvre par exemple).

§ 5. — **Tolérances**

Les tolérances pour le filament (tension et débit), sont de + ou — 10 %.

Pour les autres mesures, elles sont de:

+ ou — 5 %: tube excellent
+ ou — 10 %: tube bon
+ ou — 15 %: tube médiocre
au-delà de 15 %: tube mauvais à rejeter.

Avant de porter un jugement définitif, il ne faut pas oublier de mesurer *très exactement* les tensions appliquées. Une faible variation de la tension de polarisation, par exemple, fait varier le débit plaque de façon considérable.

Pour l'essai des diodes, les valeurs de débit indiquées sont des *minima* au-dessous desquels la lecture ne doit pas descendre, mais une valeur *supérieure* est *bonne*. Un court-circuit entre la cathode et la plaque diode (très rare) se traduirait par une indication nulle au contrôleur, puisque celui-ci serait alors traversé par un courant alternatif.

§ 6. — **Essai des valves**

L'essai des valves n'est pas prévu sur le lampemètre. La plupart des lampemètres essayant les valves, cette omission peut sembler étrange, mais elle est justifiée par deux raisons:

1° Pour faire un essai sérieux de valves, il importe de les essayer sous tension et sous débit normaux. Or, dans ces conditions, les débits des valves de type courant sont très élevés par rapport à ceux des tubes amplificateurs. Même en essayant chaque plaque des valves biplaques l'une après l'autre il aurait fallu prévoir sur le lampemètre une alimentation très puissante et un système de commutation pour séparer l'essai des deux plaques. Cela aurait compliqué l'instrument et considérablement accru son prix de revient.

L'essai sous tension réduite ou sous débit réduit ne signifie pas grand chose.

2° D'autre part, les valves sont des tubes tellement simples — de simples diodes — qu'il est extrêmement facile d'essayer leur fonctionnement sur le récepteur lui-même où elles sont montées. Le seul mauvais fonctionnement qui puisse affecter une valve, en effet — à part un court-circuit entre électrodes, facile à déceler avec le tube néon — est une émission électronique trop faible de la cathode, laquelle se traduit par une chute de tension exagérée dans la valve.

Essai des valves sur le récepteur

Pour faire cet essai, il suffit, après s'être assuré que la tension d'alimentation du filament est correcte, de mesurer la tension alternative Ea appliquée à la plaque ou aux plaques (fig. 15, valve biplaque; fig. 16, valve monoplaque), et le débit total en courant redressé I. Ce débit devra être mesuré, comme indiqué par les fig. 15 et 16, *avant* le filtre, en raison de la consommation des condensateurs électrolytiques de filtre, qui souvent n'est pas négligeable.

ESSAI DES VALVES

VALVES		Tension Ec à relever (en volts)					
		Entrée par cond.			Entrée p/ bob de filtre		
	Débits I.	50mA.	75mA.	100mA.	50mA.	75mA.	100mA.
'80 5Y3 5Y4	Tension Ea (volts) 300	335	315	295			
	350	400	380	360	280	270	260
	400	470	450	425	330	315	300
	450				365	355	340
5Z4	300	370	355	340			
	350	435	420	400	295	290	285
	400	500	490	470	340	335	330
	450				380	375	370
'84	250	290					
	300	360					
	350	415					
AZ1	300	300	250				
	350	360	310				
	400	425	375				
EZ3	300	330	295				
	350	380	350				
	400	450	415				
	Débits I.	100mA.	150mA.	200mA.	100mA.	150mA.	200mA.
5Z3	300	305	275	245			
	350	370	340	310	265	250	235
	400	440	410	375	310	295	280
	450				355	335	320
	500				400	385	370
EZ4	300	290	250				
	350	360	315				
	400	420	375				

REMARQUE : POUR DES TENSIONS Ea OU DES DÉBITS I DIFFÉRENTS DES VALEURS DONNÉES ON OBTIENDRA LA VALEUR Ec PAR INTERPOLATION.

On mesurera une certaine tension continue Ec à l'entrée du filtre. Le tableau ci-contre indique, pour différentes tensions Ea et

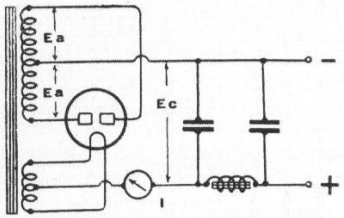


Fig. 15. — *Redressement de deux alternances.*

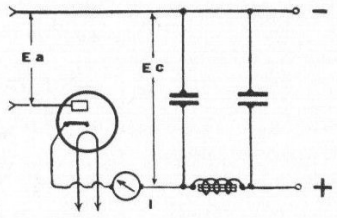


Fig. 16. — *Redressement d'une seule alternance*

pour les valves courantes quelle devra être cette tension Ec pour que le fonctionnement de la valve puisse être considéré comme normal.

§ 7. — **Valvemètre**

Un certain nombre de nos lecteurs ayant exprimé le désir de pouvoir essayer, sinon absolument, du moins comme sur les « lampemètres » courants, une valve isolée de son récepteur (dans le cas, par exemple, où ils n'auraient pas sous la main le récepteur ou l'amplificateur susceptible de recevoir la valve à essayer), nous avons étudié un montage très simple capable de leur donner satisfaction.

Principe

La fig. 17 donne le schéma du montage.

Les valves sont essayées, un élément après l'autre, sous un débit de l'ordre de 50 mA. On évalue la chute de tension dans le tube, ce qui donne une indication approchée de son état. En outre, on peut déceler immédiatement un élément ou une électrode défectueux.

La ligne I du lampemètre est utilisée comme source de tension et les lignes F et F' pour l'alimentation du filament.

Le commutateur Kv du « valvemètre » étant d'abord placé sur la position « 1 », la tension délivrée par la ligne I débitera uniquement sur la résistance de 5000 ohms R10. On règlera P1 jusqu'à relever dans I1 un courant de 50 mA très exactement.

En plaçant alors Kv successivement sur les positions « 2 » et « 3 », on insérera l'un après l'autre dans le circuit chacun des sys-

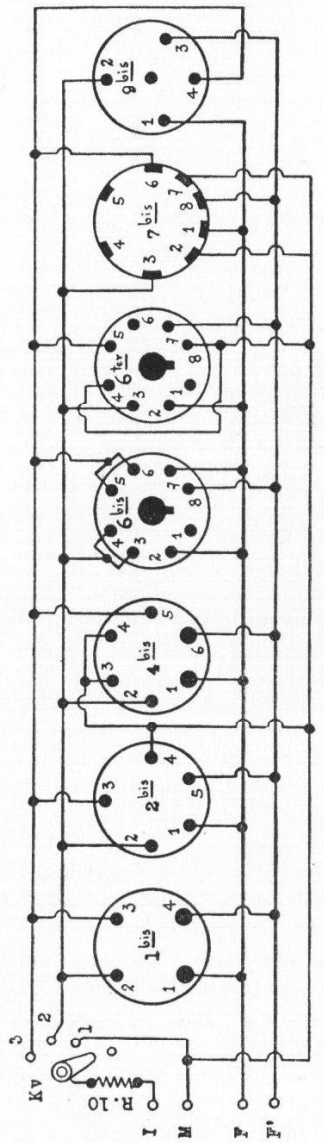


Fig. 17. — *Valvemètre. — Schéma*

tèmes plaque-cathode (ou plaque-filament) de la valve en essai. Le débit relevé en I1 s'établit à une valeur inférieure à 50 mA. Les deux lectures doivent être égales, ou avec une différence très faible, pour les deux éléments d'une valve biplaque.

Si, le commutateur Kv étant sur « 2 » ou « 3 », le débit en I1 était toujours de 50 mA, c'est que la valve offrirait un court-circuit plaque-filament ou plaque-cathode.

Réalisation

Le circuit de la fig. 17 peut être compris dans le lampemètre lui-même ou, ce qui est préférable, être monté dans un petit coffret qui lui est accolé et relié par le moyen de bornes en regard : lignes I, M, F et F', comme le montre la fig. 18.

Dans ce cas, on aura intérêt à donner au valvemètre la même hauteur et la même profondeur que le lampemètre. Les supports seront disposés de telle façon que les valves soient essayées dans la position verticale. Les organes choisis devront répondre aux mêmes conditions que ceux du lampemètre.

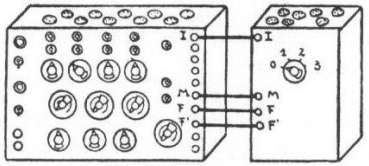


Fig. 18. — *Valvemètre. — Vue d'ensemble*

Afin d'essayer toutes les valves courantes, il importe de disposer d'une tension de chauffage de 5 volts, qu'il avait été inutile de prévoir sur le transformateur Tf du lampemètre, mais que celui-ci peut fournir sans difficulté. Il suffit de prendre pour Kf un commutateur bipolaire à 7 directions ou lieu de 6 et de réaliser le schéma de la fig. 19.

Le valvemètre peut être laissé branché à demeure au lampemètre; mais il faudra, dans ce cas, veiller à ce qu'en dehors de l'utilisation le commutateur Kv ne reste pas sur « 1 », c'est pourquoi un plot de repos « O » a été prévu.

Utilisation

Le mode d'emploi du circuit valvemètre a été donné plus haut, lors de l'exposé du principe.

Le tableau « Valves » ci-contre indique les débits à relever pour chaque élément d'un certain nombre de valves. L'usager pourra, du reste, compléter ces indications en inscrivant les chiffres relatifs à tous autres types: il lui suffira de prendre un échantillon neuf ou connu comme bon et de noter les débits relevés.

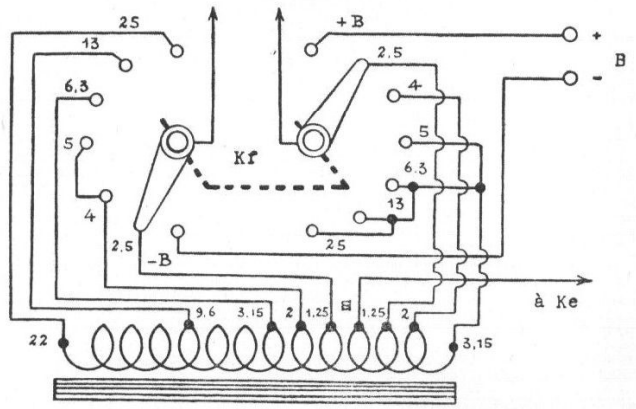


Fig. 19. — *Modification du commutateur de tensions filament*

TABLEAU « VALVES »

Tube	Support	Kf	Kl	Vf	If	Débit en I1 avec Kv. sur: 1	2	3	
Européens:									
506	9 *bis*	4	+	4	1	50	44	44	
AZ.1	7 *bis*	4	+	4	1,1	50	45	45	
CY.2	7 *bis*	25	+	25	—	50	48	48	(1)
EZ.2	7 *bis*	6,3	+	6,3	0,25	50	46	46	
EZ.3	7 *bis*	6,3	+	6,3	0,65	50	46	46	
EZ.4	7 *bis*	6,3	+	6,3	0,9	50	47	47	
Américains:									
80	1 *bis*	5	+	5	2	50	44	44	
83.V	1 *bis*	5	+	5	2	50	48	48	
84	2 *bis*	6,3	+	6,3	0,5	50	46	46	
5U.4	6 *bis*	5	+	5	3	50	47	47	
5V.4	6 *bis*	5	+	5	2	50	48	48	
5X.4	6 *bis*	5	+	5	3	50	47	47	
5Y.3	6 *bis*	5	+	5	2	50	44	44	
5Y.4	6 *bis*	5	+	5	2	50	44	44	
5Z.3	1 *bis*	5	+	5	3	50	47	47	
5Z.4	6 *bis*	5	+	5	2	50	48	48	
6X.5	6 *ter*	6,3	+	6,3	0,6	50	46	46	
25Z.5	4 *bis*	25	+	25	0,3	50	47	47	
25Z.6	6 *ter*	25	+	25	0,3	50	47	47	

(1) Devant l'inutilité de prévoir une prise Tf à 30 v. pour la seule CY.2, cette dernière est essayée sous 25 v.

Remarques. — On ne fera l'essai d'isolement filament-cathode que pour les tubes suivants: CY2, EZ2, 6X5, 25Z5, 25Z6, 84.

En effet, seuls ces tubes sont prévus pour accepter une différence de potentiel entre filament et cathode. Dans les autres valves à chauffage indirect, la cathode, si elle n'est pas connectée au filament dans l'ampoule (comme pour la 5Z4 ou 83V) doit lui être connectée extérieurement pour l'utilisation (EZ3 et EZ4).

On ne devra pas s'étonner de trouver dans le tableau des débits qui semblent parfois en contradiction avec les possibilités des tubes: le débit de l'essai est conditionné par la résistance interne du tube; c'est ainsi que les valves à cathode chauffée indirectement permettent de relever les débits les plus élevés.

II. — AUTRES EMPLOIS DU LAMPEMETRE UM.5

§ 8. — Essais d'isolement

Les deux bornes E E' prévues sur le lampemètre permettent de vérifier l'isolement de n'importe quel organe ou circuit. Cet essai étant fait en courant continu, aucun effet dû aux capacités ne vient en troubler les résultats. La sensibilité du tube au néon employé est telle qu'une résistance d'isolement de *plusieurs méghoms* donne déjà une lueur très visible.

Pour faire un essai d'isolement quelconque, la méthode est extrêmement simple. Supposons, par exemple, que l'on veuille essayer l'isolement d'un transformateur d'alimentation.

Le lampemètre sera mis en fonctionnement. Pour les essais d'isolement, il est préférable que les commutateurs K1, K2, K3 et K4 soient placés sur la position O et le commutateur Kf sur la position B. Ces précautions ne sont évidemment pas indispensables, mais elles évitent d'avoir les bornes d'utilisation sous tension et par là tout incident en cas d'erreur de branchement.

Le commutateur Ke sera placé sur la position O.

L'essai du transformateur débutera par la vérification de l'isolement entre chaque enroulement et la masse. Cette dernière sera connectée à l'une des bornes E ou E' (de préférence à la borne E' qui est à la masse). Avec une « pointe de touche » connectée à l'autre borne, E, on touchera successivement un point de chacun des enroulements du transformateur (primaire et chaque secondaire).

Si, lors de l'un de ces contacts, le tube néon s'illumine et demeure illuminé en maintenant le contact, l'isolement est au moins défectueux, sinon nul, *entre l'enroulement touché et la masse.* On essayera de façon analogue l'isolement entre chacun des enroulements et les autres.

En général, au moment même du contact de la pointe de touche avec l'enroulement essayé, dans le cas que nous avons envisagé d'un transformateur, on constatera une faible lueur *très brève* — un éclair — dans le tube au néon. Cette lueur est due à la capacité que forment les enroulements entre eux ou avec le fer, mais elle cesse dès le contact établi.

Pour vérifier l'isolement existant entre deux points quelconques, on reliera simplement ces deux points aux bornes E et E' et on observera le tube au néon. Pour un isolement parfait, il restera obscur. Pour un isolement médiocre (quelques méghoms), il brillera faiblement, et pour un isolement nul ou très faible (court-circuit), il brillera très vivement.

Pour contrôler à tout instant le fonctionnement du tube indicateur, il suffit de court-circuiter momentanément les bornes E et E'. Le tube doit s'illuminer vivement.

NOTES. — Durant cet essai ou en cas de court-circuit lors d'un essai d'isolement, il est préférable de ne pas prolonger le fonctionnement du tube au néon dans ces conditions. En effet, la tension qui lui est appliquée est, nous l'avons vu, de 300 volts environ. La résistance de protection R9 étant de 100.000 ohms le courant traversant le tube risquerait de l'endommager si on prolongeait par trop l'expérience.

— Au cours des essais d'isolement il n'y a aucun danger à toucher avec les doigts les bornes E et E' ou les connexions qui leur sont reliées, même simultanément. La tension est bien de 300 volts mais le débit est limité par la résistance de protection du tube (R9) et le tube lui-même, à quelques milliampères. On ressentira seulement un chatouillement et ce sera tout.

Etant donné d'ailleurs que la résistance du corps est de l'ordre d'une centaine de mille ohms, le tube au néon s'illuminera vivement si on désire la contrôler, ce dont certains ne manqueront pas d'être fort amusés.

— Nous rappelons que les opérations à effectuer pour l'essai d'isolement cathode-filament des tubes ont été décrites dans la première partie de ce chapitre.

§ 9. — Vérification et essai des condensateurs

Le système d'essais d'isolement prévu sur le lampemètre est particulièrement précieux pour l'essai des condensateurs, notamment pour les condensateurs au papier, si largement employés dans

les montages. Nous traiterons plus loin de l'essai des condensateurs électrolytiques.

Les condensateurs au papier, et de même les condensateurs au mica, peuvent être défectueux pour trois causes différentes:

1° Ils peuvent être en court-circuit;

2° Ils peuvent être «coupés », c'est-à-dire que les fils de connexion ne sont pas en réalité en contact avec les électrodes du condensateur;

3° Ils peuvent enfin présenter un mauvais isolement. Dans ce cas, le condensateur se comporte en réalité comme un condensateur shunté par une résistance plus ou moins élevée qui est la *résistance d'isolement.*

La nocivité des cas 1 et 2 est évidente. Mais celle du cas 3, quoique moins apparente, ne l'est pas moins dans certaines applications.

Si le fait que le condensateur est en réalité shunté par une résistance — toujours assez élevée — est pratiquement sans importance pour son emploi comme condensateur de découplage d'une cathode ou d'un écran, par exemple, il n'en est pas du tout de même s'il est utilisé comme condensateur de liaison dans un amplificateur à basse fréquence.

Dans ce cas (fig. 20), la grille du tube attaquée par le condensateur de liaison C se trouve portée à un potentiel positif, par l'intermédiaire du diviseur de tension formé par la résistance de plaque Rp, le condensateur défectueux C et la résistance de grille du tube attaqué Rg. Ce diviseur de tension se trouvant disposé par conséquent entre le + haute tension et la masse du châssis.

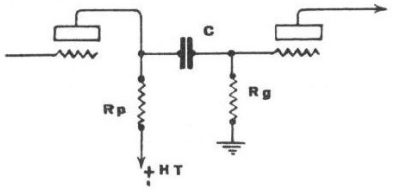


Fig. 20. — *Schéma d'amplificateur à résistances*

Si nous supposons par exemple le cas où la résistance de plaque Rp du tube précédent est de 250.000 ohms, et la résistance de grille Rg du tube attaqué de 500.000 ohms — valeurs courantes — et si nous considérons un condensateur de liaison C dont la résistance d'isolement est de 20 méghoms, ce qui pourrait paraître à première vue excellent; si la tension entre +HT et châssis est de 250 volts, la tension positive appliquée à la grille sera de:

$$\frac{500.000}{500.000+250.000+20.000.000}\times 250 = 6 \text{ volts}$$

On voit de quelle façon la polarisation normale du tube attaqué peut être très gravement perturbée par un organe relativement assez bien isolé, et combien il importe de choisir comme condensateurs de liaison des organes *absolument impeccables* au points de vue isolement.

Cet essai est d'ailleurs si simple et si rapide que l'on aura avantage à l'effectuer systématiquement avant d'utiliser un de ces organes.

Le condensateur à essayer est tout simplement branché entre les bornes E et E', le lampemètre ayant été mis en fonctionnement comme indiqué au paragraphe précédent.

Au moment même où l'on branche le condensateur, on observe si l'organe est bon, c'est-à-dire s'il n'est ni coupé ni en court-circuit, un *éclair bref* du tube au néon.

Si le condensateur est en court-circuit, le tube au néon restera brillamment illuminé.

Si le condensateur est « coupé », il ne se produira pas l'éclair du tube lors du branchement entre E et E'.

Le condensateur n'étant ni coupé ni en court-circuit, on le laisse branché aux bornes E et E'. Si le tube demeure toujours obscur, le condensateur est impeccable. Si l'isolement n'est pas extrêmement élevé il se produira de brefs éclairs du tube au néon à une certaine fréquence. *Plus cette fréquence sera faible, meilleur sera l'isolement du condensateur.*

Un condensateur qui n'aura pas donné d'éclair durant *une minute* pourra être considéré comme *impeccable.* Un éclair toutes les 15 à 20 secondes, *passable.* Un éclair toutes les 5 secondes: *médiocre.* Un éclair par seconde: *mauvais,* et des éclairs plus rapprochés encore ou une faible lueur continue: *à jeter.*

On pourra ainsi essayer l'influence de certains facteurs, tels que la température et l'humidité, sur l'isolement des condensateurs. On s'apercevra que des condensateurs excellents à l'état sec deviennent médiocres après un séjour de quelques heures en atmosphère humide, par exemple.

Essai des condensateurs électrolytiques. — Les essais de condensateurs électrolytiques effectués avec le tube au néon donneraient un résultat négatif. En effet, en raison de la grande sensibilité de l'indicateur, celui-ci s'allumerait toujours.

La méthode la plus sûre pour essayer ces condensateurs consiste à les soumettre à une tension continue (en respectant la polarité de l'organe, bien entendu) de l'ordre de la tension de fonctionnement et à mesurer dans ces conditions leur courant de fuite. On sait, en effet, qu'un condensateur électrolytique se comporte en quelque sorte comme un condensateur shunté par une résistance. Il laisse donc passer un certain courant qui est le *courant de fuite*.

On montera donc, en observant la polarité convenable, le condensateur électrolytique à essayer entre les bornes M (négatif) et III (positif), commutateur K3 sur « + » pour des tensions de 60 à 300 volts et entre les bornes M (positif) et IV (négatif), commutateur K4 sur « — », pour les tensions jusqu'à 20 volts.

Il aura été prudent de s'assurer, par un essai préalable à l'ohmmètre par exemple, que le condensateur n'est pas en court-circuit.

La tension de l'essai sera mesurée aux jacks V3 ou V4 et le courant de fuite aux jacks I3 ou I4.

Un bon condensateur électrolytique doit présenter un courant de fuite ne dépassant pas un demi-milliampère par microfarad, sous la tension de service ou une tension voisine.

NOTES. — Certains électrolytiques, les électrolytiques liquides en particulier, demandent une formation de quelques minutes pour présenter leur courant de fuite normal. Il sera donc préférable de laisser le condensateur quelques instants branché aux bornes avant d'insérer la fiche du contrôleur dans le jack d'intensité pour mesurer le courant de fuite.

— Il est particulièrement utile de mesurer les petits condensateurs électrolytiques basse tension, généralement employés pour les découplages de cathodes, car c'est dans cette catégorie que l'on trouvera le plus grand nombre d'organes défectueux.

§ 10. — **Mesure des résistances élevées**

Dans la pratique courante de la radio, les mesures de résistances se font à l'aide d'un ohmmètre à pile. Cette méthode est très suffisamment précise pour les applications envisagées. Elle est de plus très simple et très rapide.

Les mesures sont assez rigoureuses au début et au milieu de la graduation — qui correspondent aux résistances les plus faibles — mais vers la fin elles deviennent quelque peu illusoires. Si, par exemple, on considère un ohmmètre gradué de 0 à 250.000 ohms, il sera facile de mesurer avec cet instrument une résistance de 10.000 ohms à 500 ohms près, soit à 5 %, mais pour mesurer une

résistance de 100.000 ohms, la mesure sera déjà imprécise: il sera en effet difficile d'apprécier cette résistance à 20 ou 25 % près. Entre 100.000 et 250.000 ohms, les résultats obtenus seront des *indications* et non plus des *mesures*.

Pratiquement, pour mesurer avec une précision non pas certes de laboratoire, mais seulement d'atelier (c'est-à-dire à 10 % près), des résistances élevées, de l'ordre de 100.000 ohms à un méghom, il serait nécessaire de disposer d'un ohmmètre dont la graduation s'étendrait jusqu'à 10 méghoms au moins.

De tels ohmmètres, s'ils doivent fonctionner à l'aide d'une pile intérieure, exigent l'emploi d'un galvanomètre très sensible, donc très cher. L'ohmmètre à magnéto, du type employé pour vérifier l'isolement des installations électriques, est assez peu commode. Pour donner des indications exactes, il faut d'ailleurs que sa lecture soit indépendante de la vitesse de rotation de la manivelle, et un instrument muni de ce perfectionnement est fort coûteux.

Un certain nombre d'ohmmètres sont prévus avec des bornes permettant le branchement d'une source de tension extérieure pour les mesures de résistances élevées, les lectures se trouvant ainsi multipliées par 10, 20 ou 100. L'inconvénient réside dans la nécessité d'une batterie spéciale pour cet usage, laquelle périt de vieillesse et non d'usure, si bien que comme toutes les piles qui ne servent qu'occasionnellement, elle est souvent « morte » lorsqu'on a besoin de ses services.

Une batterie de haute tension sera avantageusement remplacée par le lampemètre, puisque ce dernier peut offrir plusieurs sources de tensions continues. On disposera, en effet, en marche normale, de tensions variables entre 0 et 20 volts environ entre la borne M comme borne positive et la borne V comme borne négative et de tensions variables entre 60 et 300 volts environ entre la borne M comme borne négative et la borne III comme borne positive avec le commutateur K3 sur la position +, ces tensions pouvant d'ailleurs être mesurées exactement à tout instant par les jacks V5 et V3 respectivement.

Si l'on avait besoin d'une tension de 45 volts par exemple, on pourrait l'obtenir tout de même par le procédé suivant: le lampemètre étant alimenté par un secteur 110/120 volts, comme c'est le cas général, il suffirait de placer le cavalier fusible primaire du transformateur TA sur la position 220, les tensions disponibles entre III et M seront alors de 30 à 150 volts environ. Ce mode de fonctionnement qui serait à déconseiller pour un service continu, est très acceptable pour une utilisation momentanée comme celle envisagée ici.

Modifications pouvant être apportées aux ohmmètres pour en étendre les possibilités

Tous les ohmmètres ne comportant pas de prises spéciales pour des tensions élevées, nous allons indiquer comment utiliser un ohmmètre existant pour multiplier son échelle par 10, 50, 100 ou tout autre facteur, et faire ainsi d'un ohmmètre de 0 à 100.000 ohms par exemple, un ohmmètre mesurant de 0 à 1 méghom, etc...

A titre d'exemple nous considérerons le cas d'un ohmmètre de 0 à 100.000 ohms fonctionnant avec une pile intérieure de 1,5 volt (un élément). Nous voulons le transformer en un ohmmètre mesurant de 0 à 1 méghom, en multipliant l'échelle par 10, de façon que lorsqu'on lira par exemple, sur l'échelle, 25.000, la résistance mesurée soit de 250.000. *Nous n'aurons rien à modifier au montage intérieur de l'instrument.*

Il importera d'abord de vérifier:

1° A quelle lecture correspond le milieu de l'échelle, supposons que dans le cas envisagé, cette lecture soit: 1.500 ohms.

2° La *polarité* des bornes de l'instrument, ce qui se fera soit en examinant le montage intérieur, soit plus simplement encore en connectant l'ohmmètre à un milliampèremètre polarisé. Cette vérification est indispensable afin de brancher la source extérieure dans un sens convenable et d'éviter ainsi la détérioration de la pile intérieure.

Ces vérifications faites, on réalisera le montage de la fig. 21.

La source extérieure qui nous est utile doit être 10 fois plus grande que la source intérieure, puisque nous voulons multiplier l'échelle par 10. Il nous faudra donc ici une quinzaine de volts. On

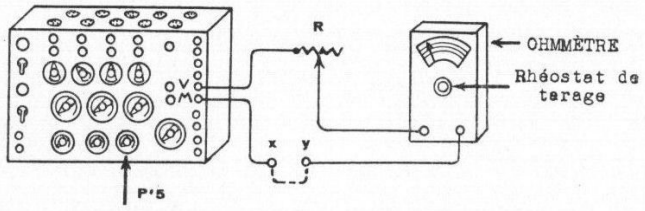


Fig. 21. — *Mesure d'une résistance élevée*

empruntera cette tension aux bornes M et V du lampemètre. Le rhéostat R aura une résistance maximum supérieure à 10 fois la lecture correspondant au milieur de l'échelle, ici donc plus de 15.000 ohms: on prendra par exemple un potentiomètre de 50.000 ohms.

Le rhéostat de tarage de l'ohmmètre sera placé *à fond de course dans un sens ou dans l'autre*, peu importe, de façon que ce calage puisse être aisément retrouvé.

On donnera au rhéostat R, par le jeu de son curseur, une valeur d'environ 15.000 ohms (vérifiée par une mesure préalable à l'ohmmètre par exemple). Le potentiomètre P'5 du lampemètre sera mis à zéro et les bornes X-Y en court-circuit.

On mettra alors le lampemètre en fonctionnement. Aucune tension n'existant pour le moment aux bornes M et V, l'aiguille de l'ohmmètre indiquera à peu près (le tarage étant déréglé) : 15.000 ohms. On agira alors lentement sur P'5 jusqu'à amener l'aiguille de l'ohmmètre à 0. Ceci obtenu, on supprimera le court-circuit entre les bornes XY et on les réunira par une résistance de valeur préalablement *mesurée* et *connue:* 10.000 ohms par exemple. L'aiguille de l'ohmmètre se fixera alors sur une graduation de l'échelle. Si cette graduation est 1000 ohms, c'est parfait; sinon, on agira progressivement sur le rhéostat R et sur le potentiomètre P'5 du lampemètre jusqu'à satisfaire simultanément aux deux conditions: lecture 0 avec XY en court-circuit et lecture 1000 avec la résistance de 10.000 ohms branchée en XY.

On arrêtera alors le fonctionnement du lampemètre et, sans toucher au rhéostat R, on mesurera la résistance de celui-ci. Supposons que l'on trouve, par exemple, 14.250 ohms. On ajustera une résistance d'*exactement* 14.250 ohms (par exemple: 10.000+4.000 +200+ quantité suffisante de fil résistant), on remplacera R par cette résistance ajustée que nous appellerons R10 et on vérifiera que les conditions précédemment remplies le sont toujours.

L'étalonnage est terminé.

Pour faire une mesure, d'une résistance de 300.000 ohms, par exemple, on réalisera le montage de la fig. 21 mais avec R10 en place de R. Le rhéostat de tarage de l'ohmmètre sera mis à fond de course. On court-circuitera d'abord XY et on ajustera P'5 jusqu'à ce que l'aiguille de l'ohmmètre soit sur 0. La résistance à mesurer sera alors placée aux bornes XY et la lecture de l'échelle de l'ohmmètre, *multipliée* par 10, donnera sa valeur exacte.

On opèrerait de même pour multiplier l'échelle par 100. Dans ce cas, on utiliserait les bornes M et III du lampemètre (tension extérieure de l'ordre de 150 volts), le rhéostat R serait réglé sur 150.000 oms environ, etc...

Mesures de résistances élevées sans ohmmètre. — Si l'on ne possédait pas d'ohmmètre on pourrait tout de même mesurer les résistances de forte valeur à l'aide d'un contrôleur universel, à la

condition que celui-ci soit suffisamment sensible, c'est-à-dire 1000 ohms par volt au moins.

Pour mesurer une résistance de l'ordre de 500.000 ohms, par exemple, on opèrerait de la façon suivante:

Le contrôleur sera placé sur la sensibilité 150 volts et branché aux bornes M et I du lampemètre. On règlera la tension de la ligne I par P1, de façon à ce que le contrôleur indique exactement 150 volts. La résistance étant de 1000 ohms par volt, la résistance du contrôleur pour l'échelle est de 150.000 ohms. On ne touchera pas à P1 et on intercalera la résistance à mesurer dans le circuit. On lira une tension plus faible V sur l'échelle 150 volts, soit 50 volts par exemple. La valeur de la résistance sera alors donnée par la formule:

$$R \text{ (en millier d'ohms)} = \frac{22.500}{V \text{ (volts)}} - 150$$

ainsi, si on lit: V = 40 volts

$$R = \frac{22.500}{40} - 150 = 412.500 \text{ ohms}$$

On appréciera ainsi aisément sur cette échelle 150 volts, les résistances de quelques *milliers* d'ohms *à plus de* 5 *méghoms*. La mesure est à peu près exacte parce que la résistance de la source (soit la partie du diviseur de tension P1-R1 utilisée) est très faible vis-à-vis de la résistance du voltmètre. C'est pour cette raison qu'il est préférable d'utiliser la ligne I pour cette mesure.

NOTE. — Nous donnons ci-après la formule générale pour le cas d'un voltmètre présentant une résistance différente de 1.000 ohms par volt et d'une échelle différente de 150 volts:

Soit:

R la résistance inconnue à mesurer (en ohms)
E l'échelle du voltmètre en volts
r la résistance interne du voltmètre en ohms (r = E multiplié par la résistance en ohms par volt)
V la tension lue en volts:

$$R = \frac{(E-V)\ r}{V}$$

§ 11. — **Emploi en alimentation universelle**

Nous venons de voir dans le paragraphe précédent une application très intéressante d'une des tensions disponibles aux bornes du lampemètre UM.5. Celui-ci constitue, en effet, une source toujours disponible de tensions continues dont les usages sont innombrables dans un laboratoire ou un atelier.

Rien ne sera plus facile, par exemple, que d'étalonner un voltmètre à lampe ou tout autre instrument de mesure.

Supposons que nous ayons besoin de mesurer un courant d'une dizaine de milliampères et que nous n'ayons de disponible, outre le contrôleur universel *que nous ne voulons pas immobiliser,* qu'un milliampèremètre de 0 à 3. Nous savons qu'il suffit de shunter convenablement cet instrument pour multiplier son échelle par 4 et pouvoir mesurer ainsi de 0 à 12 milliampères (1). Mais comment faire *si nous ne connaissons pas la valeur de la résistance interne de notre milliampèremètre?*

Avec l'aide du lampemètre, la solution est vite trouvée (fig. 22).

Relions le « + » du milliampèremètre MA à la borne « — » du contrôleur universel placé sur une sensibilité convenable pour pouvoir y lire aisément 10 milliampères (la sensibilité 30 mA par exemple). Les deux bornes du milliampèremètre seront shuntées par un rhéostat de 100 ohms, par exemple.

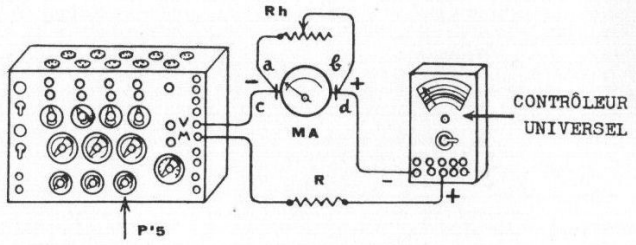


Fig. 22. — *Détermination d'un shunt*

La borne « moins » du milliampèremètre sera reliée à la borne V du lampemètre tandis que la borne « plus » du contrôleur universel sera reliée, avec une résistance de 10.000 ohms en série, à la borne M du lampemètre.

Le potentiomètre P'5 étant d'abord à 0, le lampemètre sera mis en fonctionnement. En agissant progressivement sur le bouton du

(1) Nous rappellerons que pour doubler, tripler, et, d'une façon générale, multiplier par « n » l'échelle d'un ampèremètre, milliampèremètre, etc., il suffit de disposer en parallèle sur l'instrument une résistance égale à:

$$\frac{R}{n-1}$$

en désignant par R la résistance interne de l'instrument.

potentiomètre P'5, la tension entre les bornes M et V augmentera progressivement et donc aussi le courant traversant les deux appareils de mesure. On règlera alors le rhéostat Rh shuntant le milliampèremètre MA de façon que lorsque le contrôleur universel indiquera 12 mA, l'aiguille du milliampèremètre soit à fond de course, soit, dans l'exemple considéré, sur la division 3.

Le milliampèremètre sera ainsi transformé en un instrument de 0 à 12 mA. Il suffira donc de multiplier les lectures sur le cadran par 4.

S'il s'agit d'un usage temporaire, on utilisera tout simplement le milliampèremètre shunté par le rhéostat auquel on se gardera de toucher. Pour un usage de longue durée, on mesurera la résistance du rhéostat donnant la sensibilité voulue et on réalisera en fil résistant, un shunt de cette valeur exacte.

NOTE. — Un détail *essentiel* intéressant les shunts d'ampèremètres, milli-micro-ampèremètres doit être rappelé ici:

En considérant la fig. 22 seulement en ce qui concerne la représentation d'un milliampèremètre MA shunté par une résistance (fixe ou variable) Rh on notera que les contacts des fils « a » et « b » (du shunt Rh) avec les bornes de l'instrument doivent être *parfaits*.

Si, par exemple, les contacts des fils du circuit « c » et « d » avec les bornes étaient bons et que l'un des deux contacts « a » et « b » du shunt soit médiocre, on comprend sans peine que l'instrument MA risque d'être endommagé car il sera traversé par un courant 2, 3, ... n fois plus grand que celui pour lequel il a été prévu.

Donc, en cas semblables, veiller à ce que les contacts du shunt avec les bornes de l'instrument soient *parfaits*.

Les diverses tensions que peut délivrer le lampemètre sont, nous le savons, disponibles simultanément. Elles seront trouvées d'une utilité et d'une commodité inappréciables pour les essais de montages.

Il arrive souvent que le praticien qui vient de lire la description d'un montage qui lui paraît intéressant ait grande envie de l'essayer, mais il doit pour cela monter une alimentation spéciale. Il est infiniment peu probable qu'il ait sous la main les organes nécessaires: transformateur, valve, bobine de filtre, condensateurs, résistances, etc..., tels qu'il obtienne les tensions exactement désirées. Ce montage prend du temps. Réalisé « sur table » il constitue un nid à court-circuits. Etablir un châssis ou « bricoler » un vieux montage est un travail bien gros pour un simple essai. Finalement, on recule devant ces difficultés.

Avec le lampemètre UM.5 dans l'atelier, le problème est infiniment simplifié. Il suffit de monter la partie « active » du montage et de l'alimenter par les bornes du lampemètre.

Faut-il 250 volts de haute tension? On reliera la ligne HT du montage à la borne I.

La ligne écran demande 90 volts? on la reliera à la borne III.

S'il faut 150 volts sur la grille anode d'une changeuse de fréquence, la borne II est capable de les fournir.

—3 volts de polarisation pour la haute fréquence?... à la ligne V.

—18 volts pour la basse fréquence?... à la ligne IV.

Et, une fois le montage en fonctionnement, un coup de pouce aux potentiomètres et toutes ces tensions peuvent être augmentées ou diminuées à volonté. Pour les contrôler, inutile de plonger des pointes de touche dans les entrailles du montage: il suffit d'enfoncer la fiche du contrôleur universel dans les jacks *ad hoc*.

Finalement, toute la partie de l'essai qui est une pure corvée est supprimée et seule demeure la partie intéressante et instructive.

Pour toutes les utilisations extérieures des tensions fournies par le lampemètre, il est bon d'avoir présent à l'esprit le tableau suivant:

La borne I correspond à la ligne I du lampemètre. Le commutateur K1 sera placé sur la position « + ». Tension variable entre 100 et 300 volts environ par le potentiomètre P1, mesurée au jack V1. Débit admissible en service constant: 50 mA mesuré au jack I1.

Toutefois, dans le cas où le potentiomètre P1 est à la position maximum, *et dans ce cas seulement*, le débit admissible est porté à 70 mA.

La borne II correspond à la ligne II. Commutateur K2 sur « + », tension positive variable de 60 à 300 volts environ par P2, débit maximum: 10 mA. Commutateur K2 sur « — »: tension négative variable par P'2 de 0 à —20 volts au moins (davantage si le débit total est élevé). Dans les deux cas, mesure des tensions en V2 et débit en I2.

La borne III correspond à la ligne III. Commutateur K3 sur « + », tension positive variable par P3 de 60 à 300 volts environ, débit maximum: 10 mA, mesure de la tension en V3 et du débit en I3.

La borne IV correspond à la ligne IV. Commutateur K4 sur « — », tension négative variable par P'4 de 0 à —20 volts au moins (même remarque que pour la ligne II). Mesure de la tension en V4.

La borne V correspond à la ligne V. Toujours négative, sans commutateur. Tension négative variable par P'5 de 0 à —20 volts au moins, comme la précédente. Mesure de la tension par le jack V5.

La borne M correspond à la « masse » et constitue le potentiel de référence ou potentiel zéro pour les bornes I, II, III, IV et V.

Les bornes F et F' sont destinées à l'alimentation du filament sous des tensions variables par le commutateur Kf, tensions vérifiées par le jack Vf, débit mesuré par le jack If. Pour l'alimentation jusques et y compris 6,3 V. l'intensité admissible est de 2,5 amp.

CHAPITRE V

LE LAMPEMÈTRE « ÉTERNEL » UM. 9

§ 1. — **Présentation**

Dans l'étude d'un lampemètre, le problème des supports de tubes à prévoir et de leurs connexions, bien que d'un caractère plus pratique que technique, est sans doute celui qui soulève le plus de difficultés. Ces difficultés, déjà sérieuses dans le cas d'un simple « vérificateur », deviennent encore plus grandes s'il s'agit d'un instrument mesurant les caractéristiques statiques complètes, tel que le lampemètre UM.5.

En effet, les progrès de la technique amènent la parution continuelle de nouveaux tubes. Certes, ceux-ci utilisent tous les supports modernes à 8 contacts (octal, loktal, transcontinental); mais il advient que pour certains tubes nouveaux, l'utilisation des contacts est très différente de celle jusqu'alors employée pour un support donné.

Considérons, par exemple, le support octal. Sur l'immense majorité des tubes à culot octal, le filament correspond aux broches 2 et 7 et la cathode à la broche 8. Mais, sur les tubes récents de la série « single ended », nous trouvons des répartitions très variées, par exemple: 6SA7: filament en 2 et 7, cathode en 6; 6SF5: filament en 7 et 8, cathode en 2; 6SJ7 et 6SK7: filament en 2 et 7, cathode en 5; 6SQ7: filament en 7 et 8, cathode en 3, etc.

Dans le lampemètre UM.5, comme dans le vérificateur KT.2, nous avons adopté un compromis, prévoyant l'essai des tubes les plus courants directement sur les supports de l'appareil, et l'essai des tubes moins courants et des tubes futurs à l'aide de bornes appropriées permettant le branchement d'un support « volant ».

Il est évident que la solution radicale de toutes les difficultés serait trouvée si l'on pouvait connecter à volonté n'importe quelle

broche des supports à n'importe quelle ligne d'alimentation du lampemètre. Il suffirait alors de prévoir un support de chaque type pour pouvoir essayer n'importe quel tube, présent, passé ou à venir.

Dans les tubes modernes, on peut compter 9 électrodes indépendantes: les 8 broches du culot et, éventuellement, le téton au sommet de l'ampoule. Nous avons déjà vu, d'autre part, qu'il est nécessaire de prévoir pour les essais statiques complets 9 lignes d'alimentation, soit 3 lignes à tension positive, 2 lignes à tension négative, 2 lignes pour diodes, 2 lignes pour le filament; plus une ligne à la masse (pour les cathodes, les blindages, les suppressors, etc).

Le problème consiste donc à prévoir la commutation de 9 lignes d'électrodes sur 10 lignes d'alimentation, avec toutes les combinaisons possibles.

Il pourrait être résolu par l'emploi de 9 commutateurs et 1 pôle et 10 directions chacun. L'ensemble serait très encombrant et le câblage s'apparenterait à celui d'un standard téléphonique. En outre, la mise des 9 commutateurs sur les positions correspondant à un tube donné, effectuée d'après un tableau dressé à l'avance, laisserait la possibilité d'erreurs regrettables et parfois même fatales au tube en essai.

Nous présentons, avec le lampemètre UM.9, une solution toute différente de la question.

Un unique combinateur, peu encombrant, permet d'effectuer toutes les combinaisons possibles de connexions entre les 9 lignes d'électrodes et les 10 lignes d'alimentation. La sélection de la combinaison pour un tube quelconque est obtenue automatiquement au moyen d'une carte perforée, qui évite de façon sûre toute possibilité d'erreur.

Caractéristiques techniques

Le lampemètre UM.9 mesure toutes les caractéristiques statiques des tubes, sous les tensions normales d'utilisation et même sous des tensions quelconques, comme le fait le lampemètre UM.5; mais dans des conditions de précision encore accrues.

Il permet l'essai instantané, à chaud ou à froid, de l'isolement entre électrodes aussi bien que de l'isolement entre cathode et filament.

Il n'utilise qu'*un seul support de chaque modèle* pour l'essai de *tous* les tubes, présents, passés et futurs, se montant sur ce modèle de support.

Il permet aussi d'essayer n'importe quel tube sans support.

Toutes les lectures se font très rapidement, à l'aide d'un seul instrument de mesure incorporé à l'appareil.

En outre, le lampemètre UM.9 constitue un ensemble d'alimentation universel absolument complet, capable de délivrer: 3 tensions positives variables de 0 à +300 volts; 2 tensions négatives variables de 0 à —15 et de 0 à —60 V; toutes les tensions de chauffage pour les filaments; et, également, une tension alternative variable de 0 à 800 V et une tension alternative de secteur variable de 0 à 130 V. Les débits possibles sont suffisants pour l'alimentation de tous les montages d'essais.

Enfin, le lampemètre UM.9 comporte un dispositif d'essais d'isolement en continu, sous tension variable jusqu'à 300 V.

Ces dernières caractéristiques suffiraient à elles seules à rendre l'appareil quasi-indispensable dans tout laboratoire.

Nous pensons donc qu'il n'est en rien exagéré de prétendre que le lampemètre UM.9 est à la fois « universel » et « éternel ».

§ 2. — **Etude du schéma**

La planche II (hors-texte) montre le schéma complet de l'appareil, avec les valeurs des principaux organes.

Combinateur

Le combinateur K permettant d'établir les connexions entre les 9 lignes d'électrodes 1 à 9 et les 10 lignes d'alimentation: masse, F1, F2, D1, D2, C1, C2, B1, B2 et B3, ainsi qu'avec la ligne « test » d'essais d'isolement, se compose en principe de 9 barres horizontales reliées aux 9 lignes d'électrodes et de 11 barres verticales

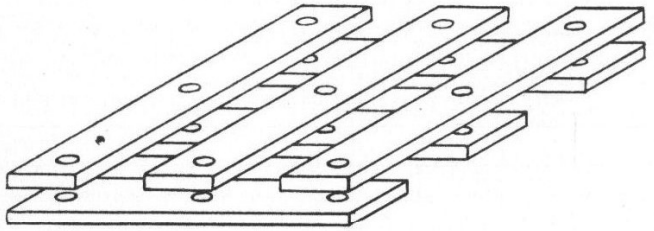


Fig. 23. — *Principe du combinateur*

reliées aux lignes d'alimentation et d'essai. Ces barres sont superposées, formant ainsi une sorte de grille; mais sans que les barres verticales soient en contact avec les barres horizontales.

L'enfoncement d'une fiche dans des trous, percés aux points d'intersection des deux jeux de barres, permet d'établir la connexion entre une barre horizontale (ligne d'électrodes) quelconque et une barre verticale (ligne d'alimentation) quelconque.

Le schéma de la fig. 23, sur lequel on n'a représenté, pour la clarté du dessin, que 3 barres horizontales et 3 verticales, permet de mieux comprendre le fonctionnement du système, dont la réalisation pratique sera étudiée par la suite.

Supports de tubes

Nous n'avons pas prévu sur le schéma de la planche II certains supports qui ne correspondent plus qu'à des tubes d'ores et déjà désuets et destinés à disparaître entièrement à bref délai, tel que les supports européens A, B, C, O, Q, U et V, et le support 7 broches « grand modèle » américain. Nous estimons même que l'on pourrait dans un proche avenir se contenter des supports modernes à 8 broches: octal, loktal et transcontinental, ou supports futurs à paraître. Mais rien n'empêche évidemment de prévoir tous les supports que des besoins particuliers — ou l'amour des antiquités — rendent désirables.

Toutes les broches des supports sont numérotées (suivant le numérotage standard pour les américains et un numérotage arbitraire pour les européens) et reliées aux lignes d'électrodes correspondantes. La ligne 9 correspond à la pince pour tétons.

Dans la planche II, les supports ont été représentés, comme d'usage, vus par dessous.

Alimentation

Tensions positives. — Le transformateur T1 répond aux caractéristiques suivantes: primaire: 110 V; secondaire: 2×375 V, 100 mA. Le primaire est alimenté, non pas directement par le secteur, mais par un *Alternostat* (ou *Variac*, ou autre autotransformateur analogue donnant une variation continue de tension de 0 à 130 V). La tension secondaire de T1, qui est ainsi rendue continuellement variable entre 0 et 2×400 V environ, est redressée par le tube biplaque *à chauffage indirect* V1 (5Z4, 83V, 5V3G ou 1883) et filtrée par l'ensemble S1, S2, C1, C2. Le filtrage est à « entrée par self », afin d'obtenir la meilleure régulation de tension.

La tension primaire de T1 étant variable, le filament du tube redresseur V1 est alimenté sous tension fixe par un enroulement spécial du transformateur T2.

La tension redressée et filtrée alimente directement la ligne B1 (celle qui sera reliée normalement à la plaque des tubes en essai) dont la tension est ainsi réglable de zéro à 300 V, avec un débit pouvant atteindre 80 mA.

Les lignes B2 et B3 (qui seront reliées normalement aux écrans ou électrodes auxiliaires) sont branchées aux curseurs des potentiomètres P1 et P2 montés, avec les résistances R1 et R2 en série, entre le « +HT » et la masse. Le débit maximum admissible des lignes B2 et B3 est de 10 mA.

Tensions négatives. — Nous avons prévu une alimentation *indépendante* pour les tensions négatives. Elle est assurée par le transformateur T2 qui répond aux caractéristiques suivantes:

Primaire: secteur 110 V.
Secondaire: 2×150 V, 50 mA.
$2 \times 2{,}5$ V, 2 A.
20 V, 10 mA. (essais diodes).
5 V, 2 A. (filament du redresseur V1).

La tension de 2×150 V est redressée par le tube biplaque à *chauffage direct* V2 (80, 5Y3G ou 1882) et filtrée par l'ensemble S3, C3, C4, monté du côté « — » de la tension redressée. Le côté « + » est mis à la masse.

La tension est *stabilisée* à 90 V par le tube régulateur à gaz R, qui est un VR90 américain ou un 4357 européen, alimenté à travers la résistance ajustable R3.

La tension négative de la ligne C1 est prise au curseur du potentiomètre P3, monté en série avec la résistance R4. Elle est ainsi variable entre zéro et —60 V.

La tension négative de la ligne C2 est prise au curseur de P4, monté en série avec R5, et est variable de zéro à —15 V.

Cette méthode pour obtenir les tensions négatives, bien que plus compliquée et plus coûteuse que celle qui a été employée dans le lampemètre UM.5, présente d'incontestables avantages.

Les tensions négatives, fournies par une alimentation séparée et stabilisée, sont absolument indépendantes des tensions et débits des autres lignes. Les débits des lignes C1 et C2 étant toujours nuls, on peut donc étalonner directement les potentiomètres P3 et P4 en tensions. On dispose donc d'un contrôle continu de ces tensions de polarisation, sans avoir à les mesurer à l'aide d'un voltmètre, éliminant ainsi les difficultés qui ont été indiquées au cours des chapitres précédents.

Tension d'essai des diodes. — L'enroulement secondaire 20 V du transformateur T2 fournit aux deux lignes « diodes » D1 et D2 une tension alternative de 20 volts, à travers les résistances de charge R6 et R7.

Tensions alternatives variables. — On remarquera sur le schéma de la planche II, la présence, du côté primaire et secondaire de T1, de cinq barrettes de liaison J1, J2, J3, J4 et J5.

En ôtant les barrettes J1 et J2, on dispose aux bornes « a » et « b » de la tension de l'Alternostat, variable entre 0 et 130 V, avec un débit maximum admissible de 1 ampère. A noter que l'enlèvement de J1 et J2 met automatiquement hors circuit les trois transformateurs T1, T2 et T3.

En ôtant les barrettes J3, J4 et J5, on dispose entre les bornes « c » et « d », d'une tension alternative réglable par le jeu de l'Alternostat entre zéro et 800 volts environ, avec prise médiane à la borne « e ».

Filaments. — Le transformateur T3 est absolument analogue à celui qui a été décrit à propos du lampemètre UM.5. On a seulement prévu en plus les tensions de 35 et 50 volts, utiles pour l'essai de certains tubes « tous courants » récents. Ce transformateur permet d'obtenir les tensions de 2,5, 4 et 6,3 V, avec prise médiane et un débit admissible de 3 ampères, et les tensions de 13, 25, 35 et 50 V, avec prise non médiane et un débit maximum de 0,3 A. L'intérêt de ces dispositions a été indiqué au chapitre III; il est donc inutile d'y revenir ici.

Le commutateur double K1-K2, à deux pôles et 8 directions, permet d'appliquer aux deux lignes « filament » F1 et F2, soit la tension alternative choisie, soit la tension continue provenant d'une batterie branchée aux bornes +A et —A, pour l'essai des tubes « batterie ».

Divers. — L'interrupteur I1 pourvoit à la mise en marche et à l'arrêt de l'appareil. Le fonctionnement est indiqué par l'ampoule témoin au néon T, qui est identique à N (*Osa,* type T1) et montée en série avec la résistance de limitation R13.

L'emploi d'une ampoule témoin au néon sur le secteur présente l'avantage que l'ampoule fonctionne même si l'on utilise uniquement l'Alternostat, avec les barrettes J1 et J2 enlevées. Si cet avantage n'est pas jugé indispensable, on peut utiliser comme témoin une ampoule 2,5, 4 ou 6,3 V, montée entre les prises correspondantes de l'enroulement du transformateur T3.

On pourrait aussi remplacer le tube au néon T par une petite ampoule secteur 115 V, 5 watts.

Instrument de mesure

La mesure des tensions négatives étant assurée par l'étalonnage des potentiomètres P3 et P4, il reste seulement à mesurer:

1° Les tensions des lignes B1, B2 et B3;
2° Les débits dans les lignes B1, B2 et B3;
3° Les débits redressés dans les lignes diodes D1 et D2.

Toutes ces mesures sont assurées par un milliampèremètre M, d'une sensibilité de 1 mA, à l'aide du commutateur triple (3 pôles et 8 directions) K3-K4-K5.

Dans les positions 1, 2 et 3, le commutateur connecte MA en parallèle sur les résistances shunt r1, r2, r3, montées dans les lignes B1, B2 et B3. Ces trois résistances ont la même valeur: 1/9 de la résistance « r » du milliampèremètre. Dans les trois positions, MA est, en outre, shunté par la résistance r4, de valeur égale à 1/90 de « r ».

Dans ces conditions, la sensibilité du milliampèremètre est de 100 mA. Pour les mesures précises de faibles courants, on appuie sur le poussoir I2, ce qui met hors circuit le shunt r4, et la sensibilité devient de 10 mA.

Dans les positions 4, 5 et 6, le commutateur branche MA en voltmètre entre les lignes B1, B2 et B3 et la masse, avec interposition en série des résistances de tension R8 et R9. La résistance totale étant de 500.000 ohms, l'échelle du voltmètre est 500 volts. Pour les mesures précises de faibles tensions, on appuie sur le poussoir I3, qui met en court-circuit la résistance R8, et l'échelle devient alors de 100 V seulement.

Dans les positions 7 et 8, le commutateur branche MA en shunt sur les résistances R10 et R11 montées dans les lignes D1 et D2. Ces résistances sont de valeur assez élevée pour ne pas modifier de façon appréciable la sensibilité du milliampèremètre, qui indique alors le courant redressé dans les lignes D1 ou D2. Dans les conditions de l'essai, ce courant doit être au moins de 0,3 mA pour chaque plaque diode.

On remarquera que le commutateur établit automatiquement les connexions nécessaires à la polarité correcte de MA et que l'instrument ne peut être endommagé involontairement. En effet, son échelle en voltmètre est de 500 V et sa sensibilité en milliampèremètre de 100 mA; et il faut maintenir la pression sur les poussoirs I2 ou I3 pour obtenir les sensibilités 100 V ou 10 mA.

Essais d'isolement entre électrodes

Pour ces essais, la ligne « test » du combinateur est connectée par le commutateur à 2 pôles et 2 directions K6, au —90 V de l'alimentation des tensions négatives (dont le « + » est à la masse), avec en série le tube au néon N (*Osa,* type T.1) et sa résistance de protection R12.

Le principe des essais est le suivant:

Toutes les lignes d'électrodes étant d'abord réunies à la ligne « masse » par les fiches, si l'on connecte une ligne d'électrodes quelconque, par le déplacement de la fiche correspondante, avec la ligne « test », le tube au néon s'allume si l'électrode est en court-circuit avec n'importe quelle autre.

On contrôle d'abord la continuité du filament. Si celui-ci n'est pas coupé, en connectant à la ligne « test » une des deux lignes d'électrodes correspondant au filament, le tube au néon s'allume.

Les essais d'isolement proprement dit se font « à chaud », les lignes d'électrodes correspondant au filament étant connectées aux lignes F1 et F2.

L'isolement filament-cathode est essayé en connectant à la ligne « test » la ligne d'électrodes correspondant à la cathode. Le filament étant toujours relié à la masse, le tube au néon s'allume si l'isolement est tant soit peu défectueux.

L'isolement entre électrodes s'essaye en connectant successivement à la ligne « test » chaque ligne d'électrodes, une seule ligne étant connectée à la fois. Si le tube au néon s'allume, l'élément correspondant est en court-circuit. En général, la connexion de deux lignes d'électrodes provoquera l'allumage: ce seront les électrodes correspondantes qui seront en court-circuit. Si la connexion d'une seule ligne provoque l'allumage, l'électrode correspondante est en court-circuit avec le filament (cas très rare pour toute autre électrode que la cathode).

Les essais d'isolement faits ainsi *à chaud* et à l'aide d'un tube au néon très sensible sont absolument probants et décèlent le plus léger contact entre électrodes.

Il est à remarquer que pour pouvoir réaliser ces essais « à chaud » il est essentiel que la ligne « test » soit portée à un potentiel *négatif*. Si ce potentiel était positif, le flux d'électrons entre la cathode chauffée et l'électrode en essai suffirait à provoquer l'allumage du tube au néon.

On pourrait, bien entendu, faire les essais d'isolement « à froid », en ne connectant pas le filament aux lignes F1 et F2; mais un tel essai serait loin d'avoir la valeur de l'essai « à chaud » qui vient d'être indiqué.

Essais d'isolement d'organes extérieurs

En changeant la position du commutateur K6, on connecte le tube au néon et sa résistance de protection en série entre la borne « essais » E1 et la ligne B1, c'est-à-dire le +HT. L'autre borne

« essais » E2 est à la masse. Il suffit alors de connecter l'organe à essayer (condensateur, p. ex.) entre E1 et E2 pour pouvoir contrôler son isolement sous une tension réglable par le jeu de l'Alternostat et qui peut atteindre 300 V. Cette tension étant d'ailleurs mesurée par l'instrument de mesure de l'appareil en mettant le commutateur K3-K4-K5 sur la position correspondant à la mesure de la tension de B1.

§ 3. — **Combinateur**

Le principe — d'ailleurs très simple — du combinateur a été exposé au paragraphe précédent; mais nous devons nous étendre plus longuement sur sa description. Le combinateur est, en effet, l'organe « clé » du lampemètre UM.9 et il devra être réalisé de toutes pièces.

Cette réalisation peut d'ailleurs se faire sans difficultés avec l'outillage le plus simple. Elle nécessite seulement, pour être parfaite, un certain soin dans l'exécution.

La fig. 24, qui est un plan à l'échelle très exact, permettra de bien comprendre le montage de l'organe.

Le combinateur est constitué par une plaquette de bakélite, A, mesurant 145×110×2 mm. d'un côté de laquelle sont fixées 9 lames de laiton, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, mesurant chacune 145×8×2mm., qui correspondent aux lignes d'électrodes. De l'autre côté de la plaquette sont fixées 11 lames de laiton, M, F1, F2, D1, D2, C1, C2, B1, B2, B3 et « Test », mesurant chacune 110×8×2 mm., qui correspondent aux lignes d'alimentation.

Les 9 lames d'électrodes sont espacées régulièrement de 10 mm. d'axe en axe.

Les 9 lames d'alimentation, F1, F2, D1, D2, C1, C2, B1, B2 et B3, régulièrement espacées de 10 mm. d'axe en axe, forment un groupe central flanqué de chaque côté des deux lames M et « Test » nettement séparées, l'axe de M étant à 18 mm. de celui de F1 et l'axe de « Test » à 18 mm. de B3.

La plaquette de bakélite A est percée d'un nombre imposant de trous (143 au total), à savoir:

99 trous de 6 mm., correspondant au croisement des lames;

40 trous de 3 mm., destinés à la fixation, par rivets ou vis à métaux à tête fraisée, des lames sur la plaquette, avec cosses de connexions;

4 trous de 3,5 mm. aux quatre angles, servant au montage de la plaquette sur le panneau du lampemètre.

La seule difficulté dans la réalisation consiste à exécuter un perçage très précis. Pour y parvenir à coup sûr, il est recommandé d'opérer comme suit:

Découper une plaquette de tôle d'acier de 145×110 mm. Y tracer et y pointer *avec le plus grand soin* (en s'aidant au besoin d'une loupe) les 143 trous. Percer les trous à un petit diamètre: 2 mm., par exemple.

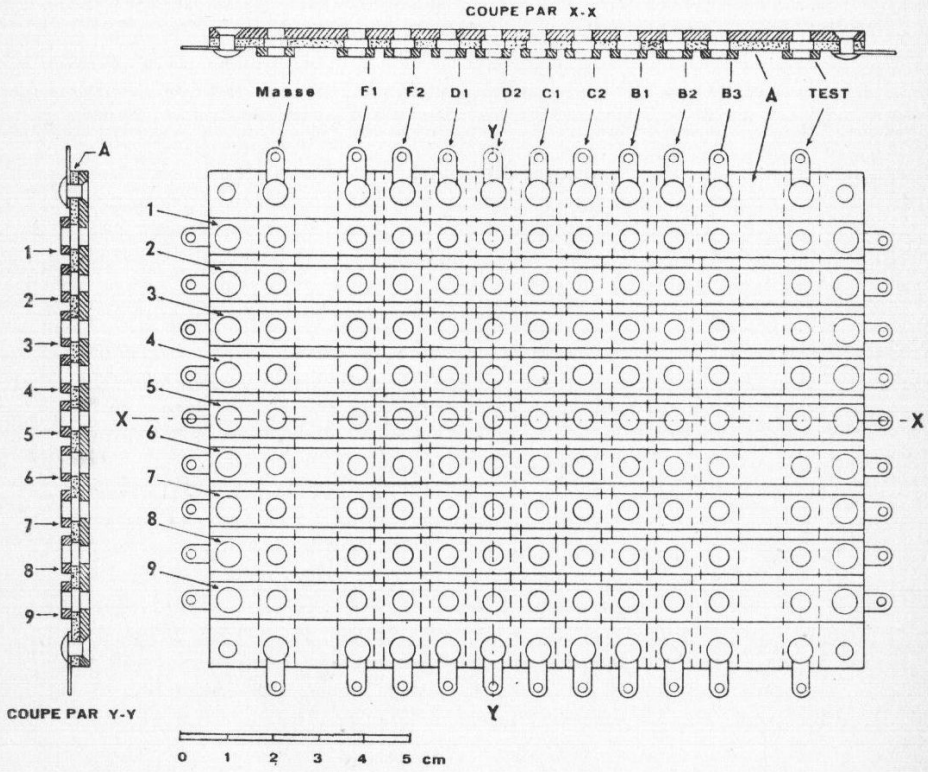


Fig. 24. — *Montage du combinateur*

La plaquette de bakélite sera contrepercée sur ce calibre, de trous de 2 mm. Les 99 trous de croisement seront agrandis à 6 mm., les 40 trous de fixation des lames à 3 mm. et les 4 trous de montage à 3,5 mm.

Tracer et pointer très soigneusement sur chaque lame d'électrode les 2 trous de fixation sur la plaquette. Les percer à 2 mm., monter toutes les lames, à l'aide de vis de 2 mm., sur le calibre, contrepercer les trous de croisement à 2 mm. et les agrandir ensuite à 3,5 mm.

Faire la même opération pour les 11 lames d'alimentation.

Monter alors tout le combinateur et aléser ensemble les trous de croisement dans les lames, à 4 mm. exactement.

On aura ainsi la certitude que les trous de croisement dans les deux jeux de lames sont exactement en ligne, ce qui est indispensable pour que les fiches que l'on y introduira établissent de bons contacts entre les lames d'électrodes et les lames d'alimentation.

Montage sur le panneau

Le combinateur se monte derrière le panneau avant du lampemètre. Celui-ci étant en bakélite, aucune partie métallique sous tension ne se trouve de la sorte exposée.

Pour permettre l'introduction des fiches, le panneau avant devra être percé de 99 trous de 6 mm., en plus des 4 trous de montage. Le panneau avant sera percé avec précision et sans difficulté en se servant du calibre précédemment réalisé.

Fiches

Les fiches, au nombre de 9, seront simplement des fiches bananes isolées. Il est indispensable d'utiliser des pièces de *première qualité,* munies de lames élastiques rapportées, très souples.

Comme, en position de repos, toutes les fiches doivent être enfoncées dans la rangée verticale « M », il est indispensable que les isolants soient d'un diamètre inférieur à 10 mm. Le plus simple sera de prendre des fiches non isolées, munies d'une tige filetée de 3 mm. et de les monter sur de petits rondins isolants de 8 mm. de diamètre et de 25 mm. de longueur, convenablement taraudés (bâton d'ébonite ou de fibre, ou aiguilles à tricoter en matière plastique). Il est préférable de numéroter la tête de chaque fiche, de 1 à 9, à l'aide de peinture blanche ou, mieux, en les poinçonnant.

On peut également utiliser des fiches isolées du commerce, en diminuant suffisamment le diamètre de l'isolant.

Le réalisateur disposant de l'outillage nécessaire (un petit tour) pourra obtenir un combinateur encore plus parfait en remplaçant les fiches bananes par des fiches en laiton coniques, l'angle du cône étant l'angle standard des goupilles coniques, et en alésant ensemble les trous de croisement à l'aide d'un alésoir pour goupilles coniques. Un diamètre correspondant aux goupilles coniques de 3,5 mm. est largement suffisant.

Porte-cartes

Nous avons déjà dit que les trous dans lesquels doivent être enfoncées les fiches sont automatiquement désignés par l'emploi de cartes perforées.

La carte perforée recouvre les 81 trous correspondant aux croisements des 9 lames d'électrodes avec les 9 lames d'alimentation F1, F2, D1, D2, C1, C2, B1, B2 et B3; les perforations de la carte ne découvrant que les trous à utiliser.

Pour l'emploi, la carte est glissée dans un porte-cartes qui la maintient en position exacte par rapport aux 81 trous indiqués.

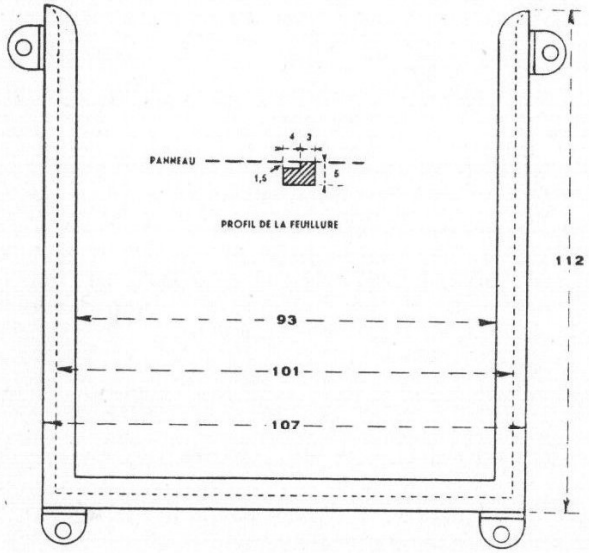


Fig. 25. — *Porte-carte*

Le porte-carte est constitué par une feuillure, en bois ou en métal, fixée au panneau avant tout autour du carré central formé par les 81 trous. C'est d'ailleurs pour ménager le logement de cette feuillure que les lames « M » et « Test » ont été écartées des autres lames d'alimentation.

La disposition de la feuillure est très visible sur la fig. 26 représentant le panneau avant. Ses cotes, établies pour laisser glisser exactement une carte de format 10×15 cm., sont indiquées par la fig. 25.

§ 4. — **Autres organes**

Le milliampèremètre MA sera du type encastré, et de très bonne fabrication. Un diamètre de cadran de 55 mm. est, à la rigueur, suffisant; mais un diamètre de 80 ou 100 mm. est à tous égards préférable.

Comme nous l'avons déjà dit, on peut aussi bien utiliser un *Alternostat* de *Ferrix* (type CO.1, sans boîtier) ou un *Variac* de la *General Radio C°* (type 200 B).

Les potentiomètres P1, P2, P3 et P4 seront obligatoirement du type bobiné, d'une puissance de 10 W au minimum pour P1 et P2 et du type courant pour P3 et P4.

La résistance ajustable R3 sera une résistance de 10 watts à curseur. On peut également utiliser à sa place un potentiomètre de même puissance, qui, une fois l'ajustement effectué, sera remplacé par une résistance fixe de valeur convenable.

Les galettes K3, K4 et K5 du commutateur de mesures seront obligatoirement du type où le grain de contact ne met pas deux positions consécutives en court-circuit en passant de l'une à l'autre. Les galettes K1 et K2 du commutateur de tensions filament seront de préférence du même type, bien que l'on puisse ici, à la rigueur, utiliser des galettes ordinaires, à condition que le mécanisme d'encliquetage soit excellent et que l'on passe rapidement d'une position à l'autre.

Le poussoir interrupteur I2 et le poussoir contacteur I3 seront analogues à la description donnée à propos d'organes identiques au paragraphe 6 du chapitre III. Rappelons qu'il est de toute nécessité que I2 fournisse d'excellents contacts.

Le commutateur d'essais d'isolement K6 sera un inverseur bipolaire, du type tumbler miniature.

L'interrupteur secteur I1 sera également un tumbler de faible encombrement.

Les barrettes de liaison J1, J2, J3, J4 et J5, qui peuvent se trouver (surtout J3, J4 et J5) à des tensions alternatives très élevées, seront de préférence constituées par des fiches secteur normales, dont les deux broches seront mises intérieurement en court-circuit, et qui se monteront sur des douilles de 4 mm. isolées, disposées à l'écartement standard (19 mm.). Ainsi, aucune pièce sous tension ne sera exposée.

Les résistances shunt r1, r2, r3 et r4 seront réalisées sous la forme d'un enroulement de fil résistant (constantan de préférence), bobiné sur de petites plaquettes de bakélite munies de cosses. La résistance du milliampèremètre étant de l'ordre d'une cinquantaine d'ohms, r1, r2 et r3 seront de l'ordre de quelques ohms et r4 de l'ordre de quelques dixièmes d'ohms. Il sera donc nécessaire, pour réaliser facilement ces résistances, de choisir du fil résistant de section pas trop faible, d'autant que les résistances r1 et r4 doivent pouvoir supporter une intensité au moins égale à 100 mA.

Dans le cas où la résistance du milliampèremètre n'est pas connue exactement, et également dans celui où l'on ne dispose pas de moyens de mesurer de façon très précise de faibles résistances, ces shunts seront ajustés en se référant aux indications données au par. 6 du chapitre III pour un montage analogue.

C'est également le même processus qui sera suivi pour ajuster exactement les résistances de tension R8 et R9.

La valeur précise des résistances R10 et R11 n'est pas critique, il suffit qu'elle soit de 1000 ohms à 10 % près, et qu'elles soient à très peu près égales entre elles. Il en est de même pour R6 et R7.

Il est important, pour maintenir une bonne régulation de l'alimentation haute tension, que la résistance des bobinages de filtre S1 et S2 ne soit pas trop élevée. La valeur indiquée de 150 ohms constitue un maximum.

Les deux condensateurs électrolytiques de filtrage C3 et C4 ont leur *positif* à la masse. Pour la commodité du montage sur châssis métallique, il sera préférable de choisir des organes dont le négatif soit isolé du boîtier, si celui-ci est métallique.

§ 5. — **Réalisation**

La forme de réalisation que nous préconisons est tout à fait analogue à celle qui a été indiquée à propos du lampemètre UM.5. Un panneau avant, de 46 cm. de largeur et 35 cm. de hauteur, est monté sur un coffret en bois de 20 cm. de profondeur seulement. Les supports de lampes sont disposés sur la partie supérieure du coffret, comme pour le UM.5 (voir fig. 10).

La fig. 26 montre la disposition des organes sur le panneau avant. Celui-ci sera en bakélite, ou autre isolant, d'une épaisseur de 5 mm. Les cotes de la fig. 26 correspondent à l'emploi d'un *Alternostat* et d'un milliampèremètre de 100 mm. Elles pourraient être

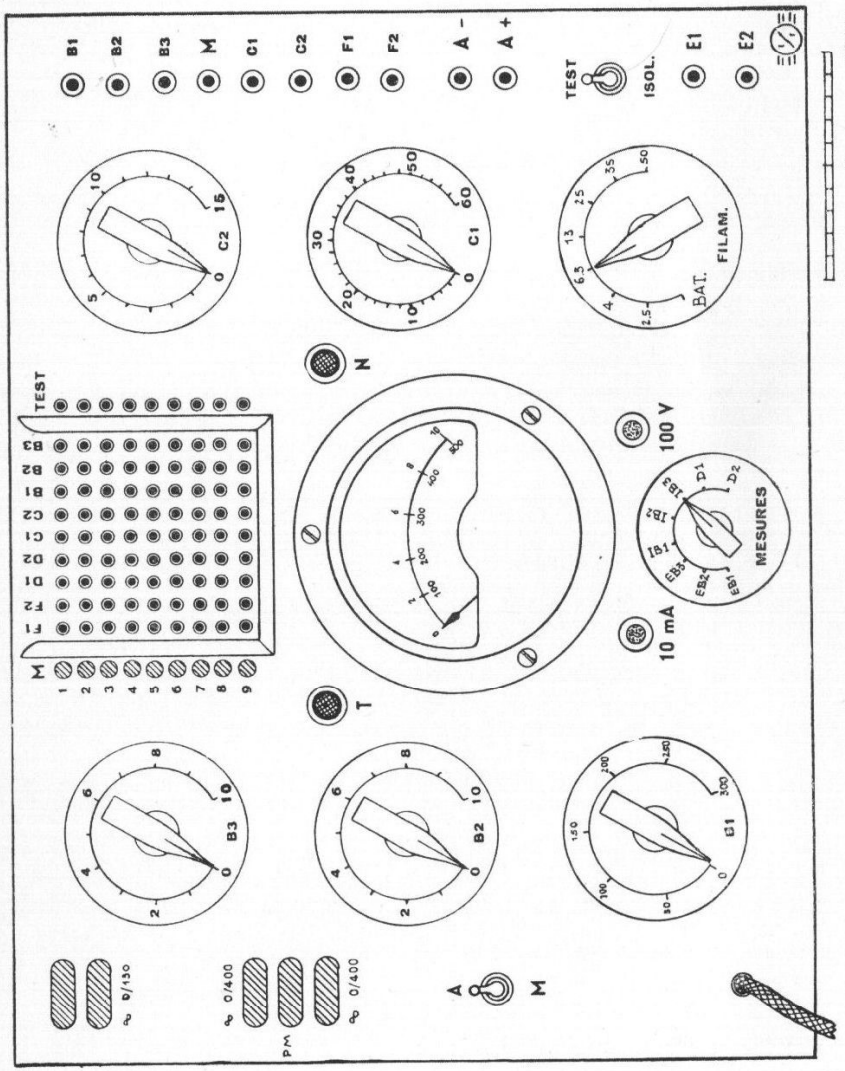


Fig. 26. — *Lampemètre UM.9. — Panneau avant*

quelque peu réduites en utilisant un *Variac*, moins encombrant que l'*Alternostat*, ou un milliampèremètre de diamètre plus réduit.

Le combinateur est au milieu du panneau et tout à fait en haut, afin de permettre l'introduction aisée des cartes perforées.

Au-dessous du combinateur, parfaitement en vue, est logé le milliampèremètre, avec, tout à fait en bas, les poussoirs I2 et I3 et le commutateur de mesures.

A gauche, nous trouvons les commandes des tensions positives; en bas, la commande B1, qui est celle de l'*Alternostat*, surmontée des commandes B2 et B3, correspondant aux potentiomètres P1 et P2.

A droite sont logés: en bas, le commutateur de tensions filaments; et au-dessus de lui, les deux commandes des tensions négatives C1 et C2, correspondant aux potentiomètres P3 et P4.

Les deux ampoules au néon: témoin T et essais d'isolement N, sont bien en vue au centre du panneau.

A l'extrême droite est montée toute la série des bornes d'utilisation extérieure, le commutateur d'essais d'isolement K6 et les bornes d'essais d'isolement E1 et E2.

A l'extrême gauche, nous trouvons, de haut en bas: les barrettes « alternostat » J1 et J2; les barrettes « haute tension alternative » J3, J4 et J5; l'interrupteur de mise en marche I1 et l'entrée du cordon secteur.

A l'intérieur du coffret sont montés, sur un châssis métallique, les transformateurs T1, T2 et T3, les bobinages de filtres S1, S2 et S3, les condensateurs C1, C2, C3 et C4, etc.

Les résistances « de mesure », r1, r2 r3, r4, R8, R9, R10, R11, sont montés directement sur le commutateur de mesures ou sur les poussoirs.

Les commandes B1, B2, B3, C1, C2 et le commutateur de tensions filament seront muns de boutons-flèche « grand modèle » et de cadrans de 80 mm. de diamètre.

Le commutateur de mesures sera commandé par un bouton-flèche « petit modèle » et muni d'un cadran de 60 mm.

Toutes les bornes d'utilisation extérieure seront des bornes universelles isolées. La réalisation des barrettes J1 et J5 sous forme de fiches secteur standard a déjà été indiquée précédemment.

Montage et câblage

Le seul point important est d'éviter les erreurs de connexion. A cet effet, il sera bon de repérer soigneusement les cosses du combinateur et les connexions des commutateurs de mesures et de tensions filament.

On montera et câblera le panneau avant, le panneau supérieur support de lampes et le châssis intérieur. On assemblera ensuite ces pièces et l'on établira les connexions, soigneusement repérées, qui les relient.

Utiliser du fil très bien isolé pour aller aux douilles des barrettes de liaison J3, J4 et J5.

§ 6. — Contrôle et étalonnage

Avant d'effectuer l'étalonnage des potentiomètres P3 et P4, qui constitue la mesure des tensions négatives, il est nécessaire de contrôler le fonctionnement correct du lampemètre et de mettre au point le système de régulation des tensions négatives.

Contrôle

Tension filament. — Les redresseurs V1 et V2 seront ôtés de leurs supports, un voltmètre alternatif sera branché aux bornes F1 et F2 et le lampemètre sera mis en marche en fermant I1. On contrôlera que les tensions alternatives mesurées correspondent bien aux indications du cadran du commutateur. Elles doivent être normalement « fortes » de 5 à 10 %, puisque le transformateur T3 fonctionne alors à vide.

Tensions positives. — On remontera le redresseur V1, on placera la commande B1 de l'*Alternostat* à zéro, le commutateur de mesures sur la position EB1; on montera un voltmètre continu (échelle 300 V ou plus) entre les bornes B1 et M et l'on mettra en marche en fermant I1. En agissant progressivement sur la commande B1, on contrôlera en même temps que la tension mesurée au voltmètre extérieur croît jusqu'à 300 volts au moins et que les indications de l'instrument de mesures du lampemètre (qui fonctionne alors en voltmètre, échelle 500 volts), concordent bien avec celles du voltmètre extérieur.

On profitera de ce contrôle pour étalonner le cadran de la commande de l'Alternostat de 0 à 300 V. (1).

On réduira ensuite la tension de la ligne B1 à moins de 100 V. En appuyant sur le poussoir I3, on contrôlera la concordance des indications de l'instrument de mesures du lampemètre, fonctionnant ainsi en voltmètre, échelle 100 V, avec celles du voltmètre extérieur.

(1) Cet étalonnage ne sera qu'approximatif; ce sera un étalonnage maximum, parce que le transformateur T1 fonctionne alors sous sa charge minimum; mais il sera précieux pour prédéterminer approximativement la tension de la ligne B1.

On réglera la tension de la ligne B1 à 300 V, on placera le commutateur de mesures sur EB2 et, en agissant sur la commande B2, on contrôlera que la tension de la ligne B2 varie de moins de 70 V à 300 V.

Le même contrôle sera effectué pour la tension B3.

Intensités dans les lignes B1, B2 et B3. — Placer la commande B1 à zéro et monter entre la borne B1 et la borne M un milliampèremètre (échelle 100 mA, ou plus), en série avec une résistance de 2000 ohms (5 watts). Le commutateur de mesures étant sur EB1, agir sur la commande B1 pour régler la tension à 100 V environ. A ce moment, le milliampèremètre extérieur indiquera un courant de l'ordre de 50 mA. Placer alors le commutateur de mesures sur IB1, l'instrument de mesures du lampemètre (qui fonctionne en milliampèremètre, sensibilité 100 mA) doit indiquer la même intensité que le milliampèremètre extérieur.

Réduire, par la manœuvre de la commande B1, la tension de la ligne B1 de telle sorte que le courant lu sur le milliampèremètre extérieur soit un peu inférieur à 10 mA. En appuyant sur le poussoir I2, l'indication de l'instrument de mesure du lampemètre (qui fonctionne alors en milliampèremètre, sensibilité 10 mA) doit concorder avec celle du milliampèremètre extérieur.

En conservant le même réglage de la commande B1, mettre les deux commandes B2 et B3 toutes deux au maximum. En montant alors successivement le milliampèremètre extérieur et la résistance de 2000 ohms en série entre B2 et M, puis entre B3 et M, les indications de l'instrument de mesures du lampemètre obtenues en plaçant le commutateur de mesures sur IB2 et IB3 et en appuyant sur I2, doivent concorder avec celles du milliampèremètre extérieur.

Mise au point du régulateur des tensions négatives

On réglera la résistance ajustable R3 à sa valeur maximum et on montera un milliampèremètre continu (échelle 50 mA) entre le tube régulateur R et la masse. On remontera le redresseur V2 sur son support et l'on mettra en marche. Le milliampèremètre indiquera un très faible courant à travers le tube régulateur (1).

On diminuera progressivement la résistance R3 jusqu'à ce que ce courant soit de 20 mA si le régulateur est un VR.90 et 30 mA si c'est un 4357. Ce réglage doit se faire alors que la tension du secteur d'alimentation est normale. Il assure ainsi la meilleure régulation possible lors des variations de tension du secteur.

(1) Il peut même arriver que ce courant soit nul, la tension aux bornes du régulateur étant insuffisante pour l'allumer. La réduction de la valeur R3 provoquera, d'ailleurs, l'allumage du régulateur.

Etalonnage des tensions négatives

Pour étalonner les commandes C1 et C2 des potentiomètres P3 et P4, il est indispensable d'utiliser un voltmètre à consommation nulle, monté entre les bornes C1 ou C2 et M (se rappeler que M est en ce cas la borne positive).

L'instrument le plus commode est un voltmètre à lampes correctement étalonné en continu, tel que les voltmètres RV.4 ou MV.3, décrits dans notre manuel n° 6, ou un voltmètre à lampes du type « slide back », que l'on montera rapidement pour cet usage (ce type de voltmètre, décrit dans le même manuel, ne nécessite pas d'étalonnage pour la mesure des tensions continues).

On peut également utiliser la méthode de laboratoire du potentiomètre: un potentiomètre est alimenté par une source de courant continu; la tension au curseur du potentiomètre, mesurée par un voltmètre continu, est opposée à la tension aux bornes C1 et C2, l'équilibre étant indiqué par le courant nul dans un galvanomètre sensible monté entre le curseur du potentiomètre et la borne C1 ou C2.

Les cadrans des commandes C1 et C2 seront gradués comme l'indique la fig. 26.

§ 7. — **Variantes et remarques**

On remarquera que nous n'avons pas prévu de moyen spécial pour mesurer l'intensité et la tension filament, If et Vf. Nous avons déjà expliqué, à propos du lampemètre UM.5, que ces mesures n'étaient pas d'un intérêt primordial.

On peut toujours mesurer la tension filament Vf en branchant un voltmètre alternatif aux bornes F1 et F2. Si l'on désire pouvoir mesurer aisément l'intensité, le mieux sera de prévoir un jack d'intensité monté dans une des lignes F1 ou F2, exactement comme le jack If du lampemètre UM.5.

Il aurait été évidemment possible d'obtenir ces mesures à l'aide de positions appropriées du commutateur de mesures; mais, comme il s'agit de mesures en alternatif, il aurait été nécessaire de prévoir un redresseur à oxyde, plusieurs échelles « alternatif », et la commutation « continu-alternatif », ce qui n'aurait pas été sans compliquer beaucoup le montage du lampemètre et sans accroître le prix de revient.

Nous n'avons pas prévu de bornes extérieures pour les lignes « diodes » D1 et D2. Dans le cas où l'on aurait à essayer sur un support extérieur un tube comportant des plaques diodes détectrices, il suffirait de connecter les broches correspondant aux lignes D1 et D2 par des fiches bananes enfoncées dans un trou quelconque des rangées verticales D1 et D2 du combinateur.

La chaleur dégagée en fonctionnement dans le coffret du lampemètre UM.9 est bien moindre que dans le cas du UM.5. Il sera, cependant, utile de prévoir des orifices d'aération en haut et en bas de la paroi arrière du coffret.

On obtiendra un fonctionnement plus doux de la commande B1 de l'Alternostat en passant de temps en temps un chiffon très légèrement imprégné d'huile de vaseline sur la partie de l'enroulement sur laquelle se déplace le contact de l'appareil.

Le nombre de combinaisons que l'on peut obtenir à l'aide du combinateur que nous avons adopté pour le lampemètre UM.9 dépasse l'imagination. Le calcul montre, en effet — et nos lecteurs mathématiciens pourront aisément le vérifier — qu'il n'atteint pas moins de 1.000.000.000 !

CHAPITRE VI

EMPLOI DU LAMPEMÈTRE UM. 9

§ 1. — **Principe des mesures**

Les tubes sont contrôlés sur le lampemètre UM.9 suivant le même principe que sur le UM.5: les différentes électrodes sont alimentées sous leurs tensions normales et l'on mesure leurs débits, qui doivent être normaux, si le tube est correct.

Le combinateur du lampemètre UM.9 permet de relier n'importe quelle ligne d'électrodes à n'importe quelle ligne d'alimentation. D'autre part, les broches de tous les supports montés sur le lampemètre sont numérotées et chacune est reliée à la ligne d'électrodes portant le même numéro.

Dans ces conditions, il suffit de savoir à quelles électrodes correspondent, pour un tube donné, les différentes broches du support pour pouvoir établir les connexions nécessaires à l'aide du combinateur.

Prenons le même exemple que nous avons déjà utilisé au sujet du lampemètre UM.5: celui des tubes se montant sur le support américain à 6 broches. Nous avons, pour les tubes les plus courants, les concordances qu'indique le tableau déjà donné (fig. 14) entre le numéro des broches (donc des lignes d'électrodes) et les électrodes.

Reprenant encore l'exemple du tube 6D6, nous voyons que le filament correspond aux lignes 1 et 6, la plaque à la ligne 2, l'écran à la ligne 3, le suppressor à la ligne 4, la cathode à la ligne 5 et la grille (téton) à la ligne 9.

Pour essayer ce tube, il faut appliquer au filament une tension de 6,3 V, à la plaque une tension de 250 V, à l'écran une tension de 100 V et à la grille une tension de —3 V, la cathode et le suppressor étant au potentiel zéro.

Il faut donc connecter les lignes 1 et 6 à F1 et F2, la ligne 2 à B1, la ligne 3 à B2, les lignes 4 et 5 à la masse et la ligne 9 à C2; ce qui se fera de la façon suivante:

Les 9 fiches du combinateur étant d'abord toutes enfoncées dans la colonne « masse », il suffit d'enfoncer la fiche 1 dans le trou situé à l'intersection des lignes 1 et F1, la fiche 2 à l'intersection des lignes 2 et B1, la fiche 3 à l'intersection des lignes 3 et B2, la fiche 6 à l'intersection des lignes 6 et F2 et la fiche 9 à l'intersection des lignes 9 et C2, les fiches 4 et 5 restant sur « masse », conformément à la représentation schématique de la fig. 27.

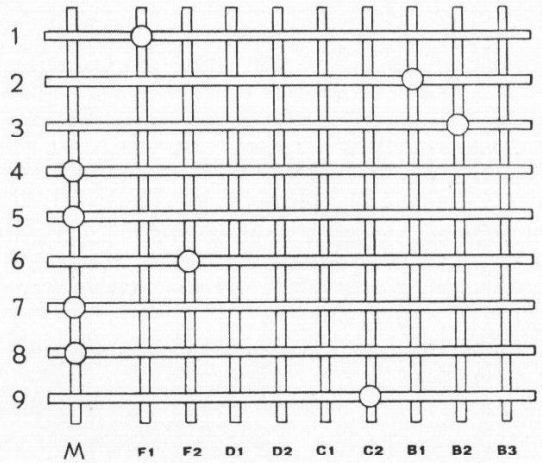


Fig. 27. — *Combinaison pour l'essai d'un 6D6*

On applique une tension de 6,3 V au filament en plaçant le commutateur « filament » sur la position correspondante. La polarisation grille est réglée à —3 V en plaçant la commande C2 sur la graduation correspondante de son cadran étalonné. La tension plaque est réglée à 250 V par la commande B1 et mesurée en plaçant le commutateur de mesures en position EB1. La tension écran est réglée à 100 V par la commande B2 et mesurée en mettant le commutateur sur EB2.

Il suffira alors de mettre le commutateur de mesure sur IB1 pour mesurer le courant plaque, qui doit être, rappelons-le, de 8,2 mA; puis de le mettre sur IB 2 pour mesurer le courant écran, qui doit être de 2 mA.

Cette série de manœuvres est infiniment plus longue à décrire qu'à exécuter.

Pour l'usage pratique du lampemètre, il est évident que l'on doit avoir recours à un procédé quelconque indiquant instantanément les manœuvres à effectuer et les résultats à obtenir pour un tube donné.

On pourrait, à cette fin, dresser des tableaux, comme dans le cas du lampemètre UM.5. Ces tabeaux indiqueraient l'emplacement des fiches sur le combinateur, les tensions à appliquer et les débits à mesurer. Dans le cas du tube 6D6, pris comme exemple, ces indications seraient les suivantes:

1	2	3	4	5	6	9	Ef	EB1	EB2	C2	IB1	IB2
F1	B1	B2	M	M	F2	C2	6,3	250	100	—3	8,2	2

Mais la forme même du combinateur du lampemètre UM.9 suggère l'emploi d'une méthode infiniment plus élégante et plus commode: celle de la carte perforée.

On établit pour chaque type de tube à essayer une carte sur laquelle sont indiqués les tensions à appliquer et les débits à mesurer. En outre, cette carte est perforée de telle sorte qu'en la plaçant sur le combinateur, les perforations elles-mêmes marquent sans erreur possible les trous dans lesquels il faut enfoncer les fiches pour établir les connexions nécessaires à l'essai.

§ 2. — **Etablissement des cartes perforées**

Les cartes utilisées sont en bristol fort et mesurent 10×15 cm.; dimensions choisies parce qu'elles sont celles d'une fiche commerciale standard, donc facile à se procurer.

La carte se monte sur le combinateur en la glissant dans la feuillure du porte-cartes déjà décrit. La partie inférieure de la carte, qui recouvre les 81 trous de croisement des 9 lignes d'électrodes et des 9 lignes d'alimentation, recevra les perforations; tandis que la partie supérieure demeurée libre sera réservée aux indications nécessaires à l'essai.

Il est extrêmement simple de déterminer les perforations de la carte pour un type de tube donné.

Les broches du culot étant numérotées, comme indiqué sur le schéma du lampemètre (Planche II), les schémas de brochage qui figurent dans la documentation de tout praticien indiquent immédiatement la concordance des électrodes avec les lignes d'électrodes du lampemètre. Donnons un exemple:

La fig. 28 montre le brochage bien connu d'un 6A8. Nous y avons fait figurer également le numérotage des broches. On en déduit immédiatement que la ligne 1 du lampemètre correspond au blindage, la ligne 2 au filament, la ligne 3 à la plaque, la ligne 4 à l'écran, la ligne 5 à la grille oscillatrice, la ligne 6 à la plaque oscillatrice, la ligne 7 au filament, la ligne 8 à la cathode et la ligne 9 à la grille de commande.

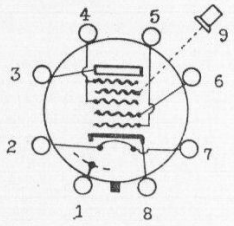


Fig. 28. — *Brochage d'un* 6A8

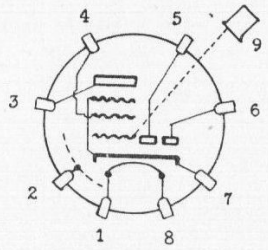


Fig. 29. — *Brochage d'un* EBL1

Il faudra donc pour l'essai laisser les lignes 1 et 3 connectées à la masse et connecter par l'enfoncement des fiches la ligne 2 à F1, la ligne 3 à B1, la ligne 4 à B2, la ligne 5 à C1, la ligne 6 à B3, la ligne 7 à F2 et la ligne 9 à C2.

Les perforations de la carte devront donc découvrir les trous de croisement respectifs de ces lignes sur le combinateur.

De même, on déduirait de la fig. 29, qui représente le brochage d'un EBL1, que les perforations de la carte d'essai de ce tube doivent découvrir les croisements de 1 avec F1, de 3 avec B1, de 4 avec B2, de 5 avec D1, de 6 avec D2, de 8 avec F2 et de 9 avec C2; 2 et 7 restant à la masse.

Pour établir les séries de cartes correspondant aux tubes se montant sur le même support, il sera commode d'établir des tableaux de concordance entre les électrodes des différents tubes et les lignes d'électrodes du lampemètre, tableaux analogues à celui de la fig. 14, établi pour les tubes américains à 6 broches.

Les principes suivants sont à observer:

Toujours connecter la plaque, et de façon générale, l'électrode ayant le débit le plus élevé, à la ligne B1.

La ligne B2 alimentera les écrans, ou les deuxièmes plaques des tubes doubles-triodes.

La ligne B3 ne sera utilisée que s'il existe 3 électrodes à alimenter en tensions positives: par exemple, la plaque, l'écran et la plaque oscillatrice d'un changeur de fréquence.

Les lignes C1 et C2 serviront à alimenter les grilles. Toutes les fois que la polarisation à appliquer ne dépassera pas une dizaine de volts, on utilisera C2, qui permet un réglage plus précis des faibles tensions.

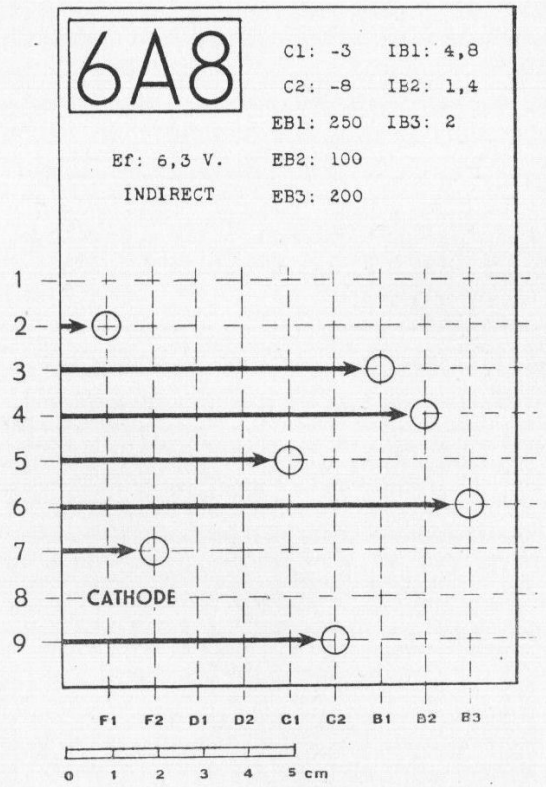


Fig. 30. — *Modèle de carte perforée*

D1 et D2 serviront uniquement pour alimenter les plaques diodes détectrices.

Les cathodes des tubes à chauffage indirect resteront toujours connectées à la masse, et ne donneront par conséquent pas lieu à perforation. Il en sera de même pour les blindages, s'il en existe, et également pour toutes les broches du culot ne correspondant à aucune électrode (broches non connectées ou absentes des culots modernes à 8 broches).

La partie supérieure de la carte portera:

D'abord, et en gros caractères, la désignation du tube.

Ensuite, les indications nécessaires: tension à appliquer au filament, tensions à appliquer aux lignes utilisées, intensités devant être obtenues dans les différentes lignes, et indications spéciales s'il y a lieu.

La fig. 30 montre, à titre d'exemple, la carte perforée pour l'essai des tubes 6A8. Nous y avons indiqué en pointillé l'emplacement des lignes, afin que l'on puisse se rendre compte de la correspondance des perforations avec les trous du combinateur.

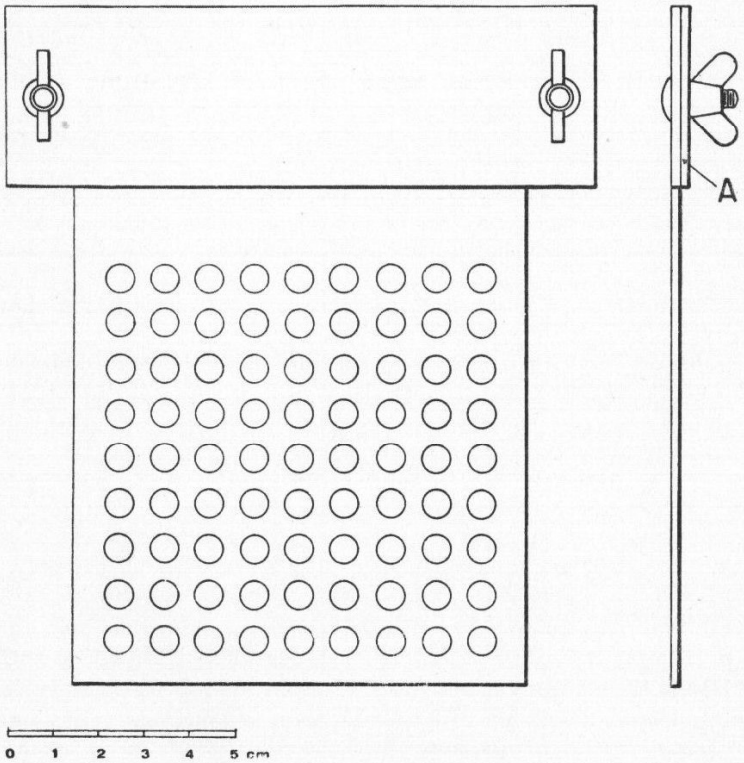


Fig. 31. — *Calibre de perforation*

Pour rendre l'usage du lampemètre encore plus « automatique », il est bon de tracer sur la carte des flèches partant de son bord gauche et aboutissant aux perforations, comme il a été représenté

sur la fig. 30. Ces flèches indiquent ainsi quelle fiche doit être ôtée de la colonne « masse » pour être enfoncée dans chacune des perforations de la carte.

On a également marqué sur la carte l'emplacement de la ligne cathode. Cette indication est utile lors de l'essai d'isolement filament cathode, comme on le verra par la suite.

Exécution

Pour obtenir une perforation exacte et propre, il est indispensable d'utiliser un calibre de perforation, qui sera exécuté en tôle de 1 à 2 mm. d'épaisseur, suivant les cotes de la fig. 31. La pièce A, munie d'écrous à oreilles, sert à maintenir la carte sur le calibre, afin qu'elle ne puisse se déplacer par rapport à lui pendant la perforation.

Le calibre de perforation sera percé de 81 trous, d'après le calibre de perçage déjà utilisé pour la réalisation du combinateur. On aura ainsi la certitude d'une concordance rigoureuse des perforations avec les trous du combinateur.

La perforation se fera de préférence avec la petite poinçonneuse qui figure dans presque tous les ateliers de radio. A défaut, on utilisera un bon emporte-pièce. Le diamètre des perforations dans la carte sera de 6 à 6,5 mm. Le diamètre des trous du calibre dépendra de l'outil de perforation utilisé, celui-ci devant pénétrer dans les trous presque sans aucun jeu.

Bien entendu, les indications des lignes d'électrodes et d'alimentation seront marquées sur le calibre.

§ 3. — **Pratique des essais**

Avec le lampemètre UM.9, les essais ne demandent que quelques manœuvres très simples et sont très rapidement exécutés. Leur mécanisme est le suivant:

1) Monter le tube à essayer sur le lampemètre et glisser la carte correspondante dans le porte-cartes.

2) Toutes les fiches du combinateur étant sur la colonne « masse » et les commandes B1, B2 et B3 mises à zéro, placer le commutateur « filament » sur la tension correspondant au tube à essayer, et indiquée sur la carte. Mettre le lampemètre en marche.

3) *Essai de continuité du filament:*

Il suffit, nous l'avons vu, de relier à la ligne « test » l'une des deux lignes d'électrodes correspondant au filament. La flèche abou-

tissant à la perforation de la carte située dans la colonne « F1 » indique immédiatement la fiche qu'il faut enlever de la colonne « masse » pour l'enfoncer dans le trou correspondant de la colonne « test ». Si le filament n'est pas coupé, le tube au néon N s'allume aussitôt.

4) *Essais d'isolement:*

On mettra d'abord le filament en service en enfonçant les fiches indiquées par les flèches dans les perforations situées dans les colonnes « F1 » et « F2 », et on laissera le tube chauffer quelques instants.

Si, comme ce sera le cas le plus fréquent, le tube est à chauffage indirect, on essayera d'abord l'isolement filament-cathode, en reliant à la ligne « test » la ligne correspondant à la cathode. L'indication « cathode », portée par la carte indique immédiatement la fiche qui doit être ôtée de la colonne « masse » pour être enfoncée dans le trou correspondant de la colonne « test ». Si l'isolement est bon, le tube au néon N ne s'allumera pas. Il donnera une lueur d'autant plus vive que l'isolement sera plus médiocre et brillera de tout son éclat si les deux éléments sont en court-circuit franc.

Cet essai effectué, la fiche sera remise dans le trou de la colonne « masse » et l'on passera à l'essai d'isolement entre électrodes.

A cet effet, les fiches correspondant aux diverses électrodes, et qui sont indiquées par les flèches aboutissant aux perforations de la carte (à part, bien entendu, les fiches « filament », déjà enfoncées dans leurs perforations) seront successivement ôtées de la colonne « masse », enfoncées dans le trou correspondant de la colonne « test », puis remises à leur place dans la colonne « masse ». Si l'enfoncement d'une fiche dans la colonne « test » provoque l'allumage du tube au néon N, l'électrode correspondante est en court-circuit. En général, le court-circuit sera entre deux électrodes, et l'enfoncement des deux fiches correspondantes provoquera également l'allumage de N. Dans le cas, beaucoup plus rare, où une seule fiche allumerait N, l'électrode correspondante serait en court-circuit soit avec la cathode ou le filament, soit avec le blindage (tubes métalliques), ou un blindage interne (quelques tubes de la série G).

Au cours de ces essais, beaucoup plus longs à décrire qu'à exécuter, il sera bon de tapoter légèrement le tube, pour déceler éventuellement un court-circuit intermittent.

5) *Contrôle des caractéristiques statiques:*

Les fiches correspondant aux électrodes seront enfoncées dans les perforations indiquées par les flèches. On réglera *d'abord* les

tensions négatives, suivant les indications de la carte, par les commandes C1 et C2. On réglera ensuite les tensions positives (dont les commandes doivent être, rappelons-le, mises au début à zéro): d'abord B1; puis, s'il y a lieu, B2 et B3. Ces tensions seront mesurées en mettant le commutateur de mesures sur EB1, EB2 et EB3. Il suffira alors de placer le commutateur sur les positions IB1, IB2 et IB3 pour mesurer les intensités, qui devront être conformes — dans la limite des tolérances indiquées au paragraphe 5 du chapitre IV — aux indications portées sur la carte.

Remarques

On peut se dispenser d'effectuer l'essai d'isolement entre électrodes, tel qu'il vient d'être décrit. Il est évident, en effet, que tout mauvais isolement entre électrodes se traduira, comme avec le lampemètre UM.5, par des caractéristiques statiques irrégulières.

Comme cependant cet essai ne demande que quelques secondes, il est préférable de le faire, car s'il indique un court-circuit, le tube est définitivement « mauvais » et il devient inutile de contrôler ses caractéristiques statiques.

§ 4. — **Cas particuliers**

Tubes batterie

Ce cas n'est pas, à vrai dire, particulier, puisque les tubes batterie se contrôlent exactement comme les tubes « secteur », la seule différence étant que le commutateur « filament » sera mis sur la position « batterie » et qu'une batterie de tension convenable sera connectée, en respectant la polarité, aux bornes A+ et A—, prévues à cet effet.

Tous les tubes batterie modernes étant chauffés sous 2 V ou 1,4 V, on évitera tout réglage de la tension en choisissant pour les uns un élément d'accumulateur et pour les autres un élément de pile sèche (un élément de pile torche suffit, étant donné la très faible consommation des tubes de la série 1,4 V.).

Tubes « sans cartes »

Il est certain que l'on n'établira pas de cartes pour *tous* les tubes pouvant se monter sur les supports du lampemètre. Les tubes peu courants seront donc presque toujours « sans carte ». Il suffit de se reporter à leur schéma de brochage et aux caractéristiques indiquées par les constructeurs pour déterminer la combinaison à réaliser sur le combinateur, les tensions à appliquer et les débits

à obtenir. Si les caractéristiques sont inconnues, on ne pourra évidemment contrôler le tube; mais il sera toujours possible de l'essayer au point de vue continuité du filament, isolement filament-cathode et isolement entre électrodes.

Tubes dont le support ne figure pas sur le lampemètre

Ces tubes seront essayés en les montant sur un support volant (ou même sans support du tout, en soudant délicatement les fils nécessaires à leurs broches) et en connectant les différentes électrodes aux bornes d'utilisation extérieure convenables. Les tensions appliquées seront toujours mesurées par les graduations de C1 et C2 pour les tensions négatives, et réglées par B1, B2 et B3 et mesurées par les positions EB1, EB2 et EB3 du commutateur de mesures pour les tensions positives. Les intensités seront mesurées dans les positions IB1, IB2, IB3, D1 et D2, comme dans les essais ordinaires.

§ 5. — **Valves**

Nous avons déjà indiqué, à propos du lampemètre UM.5, qu'il n'était pas possible de contrôler réellement les valves dans des conditions correspondant à leur usage normal sur un lampemètre. Nous avons indiqué également une méthode simple, permettant de contrôler réellement le fonctionnement des valves sur le récepteur même qu'elles alimentent.

Il est toutefois possible, avec le lampemètre UM.9 de faire sur les valves des mesures fort intéressantes (1).

En effet, en plus des essais d'isolement que l'on peut faire sur ces tubes comme sur les autres (2), on peut les contrôler de façon précise en mesurant la tension qu'il est nécessaire d'appliquer à une plaque pour obtenir un débit donné.

L'essai se faisant sans résistance de charge, les tensions à appliquer à la plaque, même pour obtenir des débits importants qui rendent l'essai probant, sont relativement faibles; mais, dans le lampemètre UM.9, la tension B1 est continuellement réglable à partir de zéro, ce qui rend l'essai possible.

L'essai sera effectué *successivement* sur les deux plaques dans le cas d'une valve biplaque. Il sera conduit de la façon suivante:

(1) La tension de chauffage de 5 V, nécessaire pour les essais de valves, sera obtenue en faisant sur le commutateur K1-K2 les connexions de la fig. 19.

(2) Rappelons que l'essai d'isolement filament-cathode, dans le cas de valves à chauffage indirect, doit être fait seulement s'il s'agit de valves prévues pour admettre une différence de tension entre ces éléments: valves « pour postes auto » (6X5, 84, EZ2) et valves pour « tous courants » (25Z5, 25Z6, 25A7, CY2).

Le filament étant chauffé, en reliant par enfoncement des fiches les deux lignes d'électrodes correspondant au filament aux deux lignes F1 et F2, et la commande B1 étant à zéro, on reliera la ligne d'électrodes correspondant à la plaque à la ligne B1 par l'enfoncement de la fiche convenable et l'on placera le commutateur de mesures sur IB1. On agira alors sur la commande B1 jusqu'à lire une intensité déterminée. En mettant le commutateur de mesures sur EB1, on mesurera la tension qui a été nécessaire pour produire cette intensité.

Le tableau suivant donne, pour les valves les plus courantes, les intensités IB1 à obtenir et les tensions EB1 qui doivent normalement les produire.

VALVES	IB1	EB1	OBSERVATIONS
5T4	90 mA	25 V	Ch. direct. biplaque
5U4G, 5X4G, 5Z3	85 —	30 —	— —
5V4G, 83V	80 —	13 —	Ch. indir. biplaque
5W4	75 —	38 —	Ch. direct. biplaque
5Y3G, 5Y4G, 80	75 —	40 —	— —
5Z4	75 —	13 —	Ch. indir. biplaque
6X5, 84	50 —	17 —	— —
1V	40 —	12 —	Ch. indir. monoplaque
12A7 (part. valve)	25 —	10 —	— —
25A7 (part. valve)	50 —	11 —	— —
25Z5, 25Z6	50 —	11 —	Ch. ind. bipl. 2 cath.
EZ2	30 —	11 —	Ch. indir. biplaque
EZ3	50 —	15 —	— —
EZ4	80 —	10 —	— —
1882	60 —	25 —	Ch. direct. biplaque
1883	60 —	15 —	Ch. indir. biplaque
CY2	50 —	12 —	Ch. indir. monoplaque

§ 6. — **Mesures diverses sur les tubes**

Il est particulièrement facile, avec le lampemètre UM.9, d'exécuter diverses mesures concernant les tubes.

Mesure de la pente

Cette mesure est quasi-instantanée. A la suite de l'essai normal, exécuté, comme il vient d'être indiqué dans les paragraphes précédents, la grille du tube étant normalement polarisée, et l'instrument

de mesure indiquant le courant plaque (commutateur sur IB1), il suffit d'augmenter légèrement la polarisation, par la manœuvre de C1 ou C2. Le rapport entre la diminution de courant plaque que l'on observera et la variation de polarisation appliquée donne immédiatement la pente statique.

Exemple. — Un tube EL3 est en essai. La tension de polarisation réglée par C2 étant exactement de —6 V, le débit IB1 (pour une tension EB1=250 V) est de 35 mA. En portant par la manœuvre de C2 la polarisation à —7 V, le courant plaque IB1 diminue à 26 mA. La pente est:

$$\frac{35-26}{7-6}=9 \text{ milliampères/volt}=9000\text{micromhos.}$$

Pour une mesure *très précise* de la pente, il est nécessaire d'appliquer une variation de polarisation aussi faible que possible: 0,2 V, par exemple. Il faut, en pareil cas, mesurer exactement les tensions de polarisation à l'aide d'un voltmètre à lampes étalonné avec précision en continu et branché entre les bornes C1 ou C2 et M. Mais la mesure rapide, telle que nous l'avons indiquée, suffit pour contrôler si la pente du tube essayé est normale. La mesure est *précise*, car du fait de la très bonne régulation de l'alimentation anodique (ligne B1), la tension anodique ne varie pratiquement pas pour de faibles variations du débit.

Mesure de la résistance interne

Cette mesure est tout aussi facile, tout au moins tant que la résistance interne n'est pas très élevée; dans le cas des triodes, par exemple.

Le tube étant en fonctionnement sous tensions normales, on diminue légèrement la tension anodique EB1 par la manœuvre de B1 et l'on mesure la diminution consécutive du débit anodique IB1.

Exemple. — Tube 6C5. Dans les conditions normales d'essai, avec EB1=250 V, on a IB1=8 mA. En réduisant EB1 à 240 V, on a IB1=7 mA. La résistance interne est:

$$\frac{250-240}{0{,}008-0{,}007}=10.000 \text{ ohms.}$$

Mesure du coefficient d'amplification

Celui-ci se déduit des deux mesures précédentes, d'après les relations indiquées au paragraphe 3 du chapitre premier.

Relevé des courbes caractéristiques

Ce relevé est également très facile à l'aide du lampemètre UM.9.

Pour la caractéristique grille, il suffit d'augmenter progressivement la tension de polarisation (volt par volt, p. ex.) par la manœuvre de C1 ou C2 et de noter chaque fois les débits plaque IB1 obtenus (en contrôlant par EB1 que la tension plaque reste constante).

Pour la caractéristique plaque, il suffit de diminuer progressivement la tension plaque EB1 (la polarisation grille demeurant fixe) et de noter chaque fois les débits plaque obtenus.

§ 7. — Autres emplois du lampemètre UM.9

Le lampemètre UM.9 permet, grâce aux bornes d'essai d'isolement E1 et E2, en plaçant le commutateur K6 sur la position « essais extérieurs » de faire tous les essais d'isolement décrits aux paragraphes 8 et 9 du chapitre IV, à propos du UM.5. Le processus de ces essais demeure exactement le même. Le circuit UM.9 présente toutefois l'avantage que les essais d'isolement peuvent faits sous n'importe quelle tension, celle-ci étant réglée par la commande B1 et mesurée en plaçant le commutateur de mesures sur EB1. Il faut, cependant, bien entendu, que la tension EB1 soit supérieure à la tension d'amorçage du tube au néon, soit 85 V environ.

Comme il a été dit, lors de l'exposé des caractéristiques techniques de l'appareil, le lampemètre UM.9 constitue également une source d'alimentation universelle remarquablement complète. Il permet donc tous les emplois décrits aux paragraphes 10 et 11 du chapitre IV, à propos du lampemètre UM.5. L'emploi du UM.9 est encore plus facile et plus commode du fait que la tension à la borne B1 est continuellement variable de zéro à plus de 300 volts avec un débit admissible toujours égal à 80 mA, du fait que les tensions et les débits aux bornes B1, B2 et B3 peuvent être continuellement mesurés en plaçant le commutateur de mesures sur la position convenable, et enfin du fait que les tensions de polarisation aux bornes C1 et C2 sont directement étalonnées sur les cadrans correspondants et absolument indépendantes du débit des autres lignes (1).

Par rapport au circuit UM.5, le UM.9 présente, en outre, le grand avantage de fournir aussi des tensions alternatives continuellement variables, extrêmement précieuses pour tous les essais de laboratoire.

---

(1) Rappelons, toutefois, que cet étalonnage n'est valable que pour autant qu'aucun débit n'est demandé aux bornes C1 et C2, ce qui est d'ailleurs le cas normal, lorsque ces bornes fournissent des tensions de polarisation.

En enlevant les barrettes J1 et J2, on dispose aux douilles « a » et « b » d'une tension alternative continuellement réglable entre 0 et 130 V, avec un débit admissible de 1 ampère, qui permet d'alimenter un appareil quelconque sous une tension exactement réglée.

Si l'on enlève les barrettes J3, J4 et J5, on dispose, entre les douilles « c » et « d », d'une tension alternative continuellement variable entre 0 et 800 V, avec une intensité admissible de 100 mA, et prise médiane à la douille « e », qui sera précieuse pour tous les essais d'alimentations, ainsi que pour les étalonnages en alternatif.

APPENDICE

§ 1. — **Notations européennes (Philips, etc.)**

Il n'est indiquée ci-après que les dénominations d'emploi courant.

Dénominations des types. — Cette dénomination se compose généralement de deux lettres et d'un chiffre. La première lettre indique la série, la deuxième le type du tube. Un numéro d'ordre suit. Si possible ce numéro d'ordre est choisi de telle manière que le même tube, dans les différentes séries dont les tubes présentent des caractéristiques analogues, porte le même numéro d'ordre, la distinction entre ces tubes se faisant seulement par la première lettre.

Ex. le pentode HF de la série courant alternatif 4 volts porte l'indication AF.7 et le pentode à caractéristique sélectode (pente variable) est indiquée par AF.3. Par analogie le pentode HF sélectode de la série 200 mA tous courants est dénommée CF.3.

Les tubes constituant une combinaison de 2 systèmes sont indiqués par trois lettres. Le ABC.1 est un duo-diode-triode de la série 4 V.

Les tubes régulateurs ne sont désignés que par une seule lettre se rapportant à la série de tubes récepteurs pour laquelle ils ont été établis, et un chiffre. Par exemple, les tubes régulateurs C1, C2, C3, etc., appartiennent à la série « C » 200 mA.

Signification de la première lettre:

A: série 4 volts courant alternatif
B: — 180 mA, courant continu
C: — 200 mA, courant continu ou alternatif
E: — 6,3 V. pour récepteurs auto, courant continu ou alternatif
F: — 13 V. pour récepteurs auto
H: — 4 V. pour alimentation par batteries
K: — 2 V. pour alimentation par batteries

Signification de la deuxième lettre:

A: Diodes simples
B: Duo-diodes
C: Triodes (sauf tubes de sorties)
D: Triodes de sortie
E: Tétrodes
F: Pentodes haute fréquence
H: Hexodes
K: Octodes
L: Pentodes de sortie
X: Tubes redresseurs biplaque à gaz
Y: — — monoplaques à vide
Z: — — biplaques à vide

Dénominations des caractéristiques:

a: anode (plaque) — *d*1, *d*2, etc.: anodes de diodes (à partir de l'anode la plus proche du culot) — *f*: filament — *g*1, *g*2, etc.: grilles (à partir de la cathode) — *k*: cathode chauffée indirectement — *m*: métallisation.
Va: tension anodique
Vb: tension aux bornes de la source courant plaque
Vd1, Vd2, etc.: tensions plaques diodes
Vf: tension chauffage
Vfk: tension continue entre f et k
Vg1, Vg2, etc.: tensions continues de grilles 1, 2, etc. (polarisation)
Vi: tension alternative de grille donnant la puissance modulée Wo.
Vi x mW: tension alternative de grille donnant une puissance modulée de x mW (sensibilité du tube)
Vfk max.: tension maximum admissible entre k et f
Ia: courant plaque
Id1, Id2, etc.: courant plaques diodes 1, 2, etc.
If: courant chauffage
Ig1, Ig2, etc.: courant des grilles 1, 2, etc.
Ik: courant cathodique (somme Ia, Ig1, Ig2, etc.)
Wa: Dissipation anodique
Wg1, Wg2, etc.: dissipation des grilles 1, 2, etc.
Wo x%: Puissance de sortie max. à distorsion x donnée et Ra optimum
Ca: capacité de sortie (plaque p/rapport à toutes les autres électrodes)
Cag1: capacité plaque-grille 1.
Cak: capacité cathode-anode
Cg: capacité d'entrée
Cg1, Cg2, etc.: capacité totale grilles 1, 2, etc. par rapport à toutes les autres électrodes
Ra x%: résistance de charge optimum (dans circuit plaque pour une distorsion donnée %.
Rk: résistance dans circuit cathodique
RfK max.: résistance max. admissible entre k et f
Rg1, Rg2, etc.: résistances de fuite des grilles 1, 2, etc.
(Les lettres « *a* » ou « *f* » derrière la résistance dans le circuit grille, indiquent si la tension grille est obtenue automatiquement ou si elle est fixe.)
Rg max.: résistance de fuite max. admissible dans circuit grille
Ri: résistance interne
K: coefficient d'amplification
Gc: amplification de conversion
S max.: inclinaison max.
S norm.: inclinaison au point de fonctionnement
Sc: inclinaison de conversion

§ 2. — Notations américaines (RCA, etc.)

Dénominations des types. — Les anciens types sont désignés par des numéros tout à fait arbitraires. Seuls les deux derniers chiffres significatifs comptent.

Exemple, un C227 est un 27, un UX71A est un 71A; d'où l'habitude d'écrire '27, '45, etc.

Les types les plus récents sont désignés par une combinaison de la forme: Nombre — Lettre (ou lettres) — Chiffre.

Le premier nombre indique la tension d'alimentation du filament du tube, suivant le code suivant:

1 = 2 volts
2 = 2,5 volts
6 = 6,3 volts
12 = 12,6 volts
25 = 25 volts

La ou les lettres sont sans signification technique.

Le dernier chiffre indique le nombre d'éléments du tube accessibles par des connexions séparées. Par exemple, tube pentode HF ou le suppressor est amené à une connexion extérieure aura le chiffre 6 dans la série verre, il comporte en effet 6 éléments accessibles: 1: filament; 2: cathode; 3: grille 1 (grille de commande); 4: grille 2 (écran); 5: grille 3 (suppressor); 6: plaque.

Si ce même tube est de la série M ou MG il sera terminé par le chiffre 7; en effet, aux 6 éléments précédents, il faudra ajouter 7: blindage.

Un pentode BF de la série verre, où le suppressor est relié à la cathode à l'intérieur du tube aura le chiffre 5, parce que l'on a: 1: filament; 2: cathode et grille 3; 3: grille 1; 4: grille 2; 5: plaque.

Exemple: 6K7, tube 6,3 volts, 7 éléments accessibles.
2A5, tube 2,5 volts, 5 éléments accessibles.

Abréviations utilisées dans les caractéristiques et tableaux

AC: alternatif
DC: continu
RMS: efficace (RMS volts: volts efficaces)
P.O.: Puissance modulée
U.P.O.: puissance modulée sans distorsion
B. + B: + HT
Ef: tension filament
Eb: tension plaque
Ec1, Ec2, Ec3, etc.: tension grille 1, 2, 3, etc.
Ib: courant plaque
Ic1, Ic2, Ic3, etc.: courant grille 1, 2, 3, etc.
μ: coefficient d'amplification
rp: résistance interne
gm: conductance mutuelle (équivalente à la pente)
Cgp: capacité grille plaque
Cgk: capacité grille cathode
Input capacitance: capacité d'entrée (de la grille de commande à tous les autres éléments)
Output capacitance: capacité de sortie (de la plaque à tous les autres éléments)

§ 3. — Petit lexique anglais-français

Ce lexique très abrégé sera utile pour lire aisément les tableaux et documentations américaines relatives aux tubes.

Nous n'avons indiqué pour les différents termes que le sens qu'ils ont en parlant de tubes, et nous avons jugé inutile de donner les termes qui se traduisent littéralement.

Above: au-dessus, ci-dessus.
Average: moyen; *average current:* courant moyen
Audio frequency: basse fréquence

Ballast: régulateur
Base: culot
Below: en-dessous
Bias: polarisation; *fixed bias:* polarisation fixe; *self bias:* polarisation automatique
Bottom: dessous; *bottom view:* vue de dessous
Bulb: ampoule
But: mais
Cap: téton
Choke: bobine d'arrêt
Control: commande
Converter: tube changeur de fréquence assurant les deux fonctions d'oscillateur et de modulateur
Cut off: point où s'annuelle le courant plaque; *sharp cut off:* à pente fixe; *remote cut off:* à pente variable
Drop: affaiblissement; *voltage drop:* chute de tension
Dropping resistor: résistance chutrice
Each: chaque
For: pour
Full wave: (littéralement: onde entière) deux alternances (redresseurs)
Glass: verre
Grid: grille
Half wave: (littéralement: demi-onde) une alternance (redresseurs).
Heater: (littéralement: chauffeur) filament dans un tube à chauffage indirect
Height: hauteur; *overall height:* hauteur totale
Input: entrée
Lenght: longueur
Load: charge
Low: bas
Mixer: tube changeur de fréquence uniquement modulateur
New: nouveau
Of: de
Output: sortie
Pin: broche
Power: puissance; *power output:* puissance de sortie; *power supply:* alimentation
Prong: broche
Rating: caractéristique indiquée
Rated: indiqué; *rated voltage:* tension indiquée
Same: pareil; *same as:* pareil à, comme
Screen: écran
See: voir, voyez
Shield: blindage
Shown: indiqué, figuré
Socket: support
Supply: alimentation; *B supply, plate supply:* alimentation plaque
To: à
Through: à travers
Twin: jumelé, double
Undistorded power output: puissance de sortie (watts modulés) sans distorsion
Voltage: tension; *plate voltage:* tension à la plaque; *voltage divider:* diviseur de tension
Wave: onde; *sine wave:* onde sinusoïdale
With: avec

NOTES

NOTES

TABLE DES MATIÈRES

Préface de la 7e édition 5

CHAPITRE PREMIER. — Introduction 7
§ 1. — Généralités sur les mesures des tubes 7
§ 2. — Vérificateurs et lampemètres 9
§ 3. — Rappel de quelques notions élémentaires 11
§ 4. — Amplification réelle d'un tube 16

CHAPITRE II. — Le vérificateur de lampes KT.2 19
§ 1. — Présentation. 19
§ 2. — Description. 20
§ 3. — Réalisation. 25
§ 4. — Utilisation. 28
§ 5. — Variantes et remarques 30

CHAPITRE III. — Le lampemètre « universel » UM.5 33
§ 1. — Présentation. 33
§ 2. — Etude du schéma 35
§ 3. — Eléments du montage 37
§ 4. — Réalisation. 44
§ 5. — Variantes et remarques 47
§ 6. — Le lampemètre UM.5.A, à instrument de mesures incorporé. 49

CHAPITRE IV. — Emploi du lampemètre UM.5 55

I. — *Contrôle des tubes*

§ 1. — Principe. 55
§ 2. — Etablissement des tableaux 57
§ 3. — Cas particuliers 61
§ 4. — Pratique des essais 62
§ 5. — Tolérances. 63
§ 6. — Essai des valves 64
§ 7. — Valvemètre. 66

II. — *Autres emplois du lampemètre*

§ 8. — Essais d'isolement 70
§ 9. — Essai des condensateurs 71
§ 10. — Mesure des résistances élevées 74
§ 11. — Emploi en alimentation universelle 78

CHAPITRE V. — Le lampemètre « éternel » UM.9 83
§ 1. — Présentation. 83
§ 2. — Etude du schéma 85
§ 3. — Combinateur. 91
§ 4. — Autres organes 95
§ 5. — Réalisation. 96
§ 6. — Contrôle et étalonnage 99
§ 7. — Variantes et remarques 101

CHAPITRE VI. — Emploi du lampemètre UM.9 103
§ 1. — Principe des mesures 103
§ 2. — Etablissement des cartes perforées 105
§ 3. — Pratique des essais 109
§ 4. — Cas particuliers 111
§ 5. — Valves. 112
§ 6. — Mesures diverses sur les tubes 113
§ 7. — Autres emplois du lampemètre UM.9 115

Appendice. 117
§ 1. — Notations européennes. 117
§ 2. — Notations américaines. 118
§ 3. — Lexique anglais-français 119

TABLE DES FIGURES

CHAPITRE PREMIER

Fig. 1. — *Mesure des caractéristiques statiques — Schéma théorique*.. 8
— 2. — *Principe du contrôle de l'émission cathodique* 9
— 3. — *Montage pour le relevé des caractéristiques* 11
— 4. — *Exemple de caractéristique grille* 12
— 5. — *Exemple de caractéristique plaque* 13

CHAPITRE II

Fig. 6. — *Vérificateur* KT.2 — *Schéma* 21
— 7. — *Vérificateur* KT.2 — *Panneau avant* 26

CHAPITRE III

Fig. 8. — *Filtrage à deux cellules* 38
— 9. — *Transformateur d'alimentation filament* 39
— 10. — *Lampemètre* UM.5. — *Vue d'ensemble* 45
— 11. — *Remplacement du potentiomètre* P1 48
— 12. — *Schéma de l'instrument de mesure incorporé* 50
— 13. — *Commutateur de mesures et poussoirs* 52

CHAPITRE IV

Fig. 14. — *Tableau de concordance* 55
— 15. — *Redressement des deux alternances* 66
— 16. — *Redressement d'une seule alternance* 66
— 17. — *Valvemètre — Schéma* 67
— 18. — *Valvemètre — Vue d'ensemble* 68
— 19. — *Modification du commutateur de tensions filament* 69
— 20. — *Schéma d'amplificateur à résistances* 72
— 21. — *Mesure d'une résistance élevée* 76
— 22. — *Détermination d'un shunt* 79

CHAPITRE V

Fig. 23. — *Principe du combinateur* 83
— 24. — *Montage du combinateur* 92
— 25. — *Porte-carte.* 94
— 26. — *Lampemètre* UM.9 — *Panneau avant* 97

CHAPITRE VI

FIG. 27. — *Combinaison pour l'essai d'un* 6D6 104
— 28. — *Brochage d'un* 6A8 106
— 29. — *Brochage d'un* EBL1 106
— 30. — *Modèle de carte perforée* 107
— 31. — *Calibre de perforation* 108

PLANCHES HORS-TEXTE

PLANCHE I. — *Schéma du lampemètre* UM.5.
— II. — *Schéma du lampemètre* UM.9.

Impr. Causse, Graille et Castelnau, 7, r. Dom-Vaissette, Montpellier.

AVIS DE POSSESSION

Afin de pouvoir profiter du *service gratuit* de tous suppléments susceptibles de compléter ce manuel, ceux de nos lecteurs qui ne tiendraient pas cet ouvrage de nous-mêmes, ont *intérêt* à nous adresser, après l'avoir remplie lisiblement, la fiche cidessous.

Nom et Prénoms .....
Profession . . ..
Rue et N° .....
Ville..... Dép. ou Pays.....
Ouvrage acheté le..... me Edition
à ..... Adresse .....

OBSERVATIONS SUR CE MANUEL

N° 5-N

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE

Nom et Prénoms .....
Adresse précédente .....
.....
Nouvelle adresse .....
.....

N° 5-N

BON

pour une consultation gratuite du bureau d'ETUDES TECHNIQUES

(JOINDRE L'AFFRANCHISSEMENT)

TRAITE D'ALIGNEMENT PRATIQUE

Manuel n° 1-3 — **12me édition entièrement refondue et considérablement augmentée 1941)**

« L'AUTORITE EN MATIERE D'ALIGNEMENT »

Tout en relevant de la technique la plus orthodoxe, l'ouvrage est conçu de façon telle qu'il soit accessible à tous. L'enseignement pratique, sans formules qui dépasseraient le niveau de certains, y tient toujours une place prépondérante.

A cet effet, il a été très souvent fait appel à des représentations graphiques « parlantes », qui montrent, matérialisées en quelque sorte sur le cadran même du récepteur, les indications des réglages corrects et celles des « faux réglages », harmoniques et images, qui sont pour beaucoup un insurmontable obstacle.

L'édition actuelle a été entièrement refondue et considérablement augmentée, pour tenir compte des dernières avances de la technique. Les très nombreux paragraphes inédits qui lui ont été adjoints en font, en fait, un ouvrage nouveau, qui mérite bien l'appellation qui lui a été donnée de « standard de l'alignement ».

SOMMAIRE

Ce qu'il faut pour aligner un récepteur: Parlons fréquences — Les instruments nécessaires — L'hétérodyne modulée — Indicateurs d'alignement — L'antenne artificielle — Attention aux harmoniques — Comment vérifier ou étalonner une hétérodyne modulée.

L'alignement des récepteurs à amplification directe: Les montages à amplification directe — Principe de l'alignement — L'alignement sur la gamme des ondes moyennes — Sur la gamme des ondes longues.

Pour comprendre l'alignement des superhétérodynes: Comment fonctionne un superhétérodyne à commande unique — Méthode du condensateur profilé — Méthode du padding et du trimmer — Représentation graphique de l'alignement — Remarque sur les condensateurs variables — Processus des opérations d'alignement.

L'alignement des superhétérodynes. — La moyenne fréquence: Généralités — Précautions préliminaires — Comment connaître la moyenne fréquence sur laquelle il faut aligner — Alignement de la moyenne fréquence — Quelques cas particuliers.

L'alignement des superhétérodynes. Les circuits d'accord et d'oscillation: Remarque préliminaire — Alignement d'un récepteur maquette: gamme ondes moyennes — *Idem:* gamme ondes longues — *Idem:* gamme ondes courtes — Alignement d'un récepteur commercial — Contrôle rapide de l'alignement — Contrôle complet de l'alignement — Alignement d'un superhétérodyne utilisant un condensateur profilé.

Adaptation des bobinages pour permettre l'alignement rigoureux: Nécessité de l'adaptation — Le fil « Litz », comment le travailler — Adaptation des bobinages d'accord — *Idem:* des bobinages d'oscillation — Bobinages moyenne fréquence.

Quelques considérations sur les bobinages, les superhétérodynes et les changeurs de fréquence: Considérations sur les bobinages en général — De la constitution du superhétérodyne moderne — Notes sur les changeurs de fréquence.

Compléments: Une hétérodyne modulée simple à une lampe sur secteur alternatif (réalisation et étalonnage) — Détermination du rang d'un harmonique quelconque d'une hétérodyne — Calcul des éléments d'un superhétérodyne à commande unique — De la réception d'une émission puissante sur divers réglages avec les superhétérodynes — Lexique anglais-français des termes consacrés.

Un volume grand in-8 de 150 pages de texte serré, 66 figures et représentations graphiques. Poids: 460 gr.

Un ouvrage sans équivalent :

HETERODYNES, GENERATEURS HF ET STANDARDS DE FREQUENCE

Manuel n° 2 (nouveau) — Mars 1942

TOUT CE QUI CONCERNE LA PRODUCTION ET LA MESURE DES HAUTES FREQUENCES

Le changement de titre de ce manuel correspond à un nouvel ouvrage, conçu suivant un plan considérablement élargi, s'adressant aussi bien au praticien qu'au technicien expérimenté; en un mot, un véritable traité pratique de la production et de la mesure des hautes fréquences.

De nouveaux instruments, entièrement étudiés et réalisés dans le laboratoire du Bureau d'Etudes Techniques, y sont décrits avec tous leurs détails.

Pour le praticien: une nouvelle hétérodyne modulée, le type AW3.N, perfectionnement du circuit AW.3 bien connu, qui répond à tous les besoins actuels; ainsi que les indications les plus détaillées touchant son étalonnage.

Pour le technicien, et pour la première fois dans l'édition technique, la description complète d'un générateur HF de précision, le type SG.5, véritable instrument de laboratoire d'études.

Enfin, à l'hétérodyne à fréquences fixes HS.3, est venu s'adjoindre le standard de fréquence de précision SX.5, permettant les étalonnages les plus rigoureux, avec les notions de fréquencimétrie nécessaires pour les mener à bien.

SOMMAIRE

Introduction: Distinction nécessaire — Hétérodynes modulées — Générateurs HF — Etalons de fréquence — Standards de fréquence — Eléments de fréquencimétrie — Méthode générale d'étalonnage.

L'hétérodyne modulée AW3.N, *type « tous courants »:* Présentation — Etude du schéma — Coffret et blindages — Ensemble oscillateur HF — Cadran — Atténuateur — Ensemble modulateur — Alimentation — Montage et câblage — Vérification et contrôle.

L'hétérodyne modulée AW3.N, *type « alternatif »*. Présentation — Description — Eléments du montage — Montage et vérification.

Etalonnage de l'hétérodyne AW3.N: Principe et installation — Remarque très importante — Contrôle des gammes de fréquences — Etalonnage — Tableau des fréquences usuelles — Emploi de l'hétérodyne AW3.N.

Le générateur HF SG.5: Présentation — Etude du schéma — Coffret — Ensemble d'alimentation — Ensemble oscillateur-amplificateur HF — Cadran — Atténuateur — Modulation et voltmètres à lampes — Montage et vérification — Mise au point: Ensemble HF — Mise au point: Oscillateur BF, voltmètres à lampes et modulation — Etalonnage — Emploi du générateur SG.5.

L'hétérodyne HS.3 *à fréquences fixes et sélection d'harmoniques:* Présentation — Description — Réalisation — Montage et câblage — Mise au point et étalonnage — Variantes et remarques — Emploi de l'hétérodyne HS.3.

Le standard de fréquence secondaire SX.5: Présentation Etude du schéma — Réalisation — Contrôle et mise au point — Emploi du standard de fréquence: Etalonnages — Emploi du standard de fréquence: Mesure des fréquences — Variantes.

Compléments: Prise de sortie blindée — Antenne artificielle — Cadran démultiplicateur pour hétérodyne AW3.N — Dispositif de lecture directe — Dispositif de variation de fréquence — Détermination du rang d'un harmonique quelconque.

Un vol. in-8 raisin de 200 pages, 64 figures et schémas, 8 planches dépliantes hors-texte grand format et 5 photographies hors-texte.

L'Antenne antiparasites Doublet toutes ondes type "AW. D"

Manuel n° 4 — 5me édition

Le fait que ce manuel N° 4 a donné lieu à une réalisation industrielle en France, effectuée par un constructeur spécialisé, sous la dénomination d'antenne « DYNEX » et que cette dernière est utilisée par les services du Ministère de la Guerre et de l'Office National Météorologique, alors qu'il existe maintes marques d'antennes de même type importées des U. S. A., suffirait à prouver l'efficacité assurée et le rendement remarquable — principalement pour les ondes courtes — de cet aérien.

Les caractéristiques de l'antenne « AW.D » ont été arrêtées par le Laboratoire du Bureau d'Etudes Techniques, à la suite d'essais comparatifs et le rendement mesuré à l'aide d'instruments sensibles.

Une véritable antenne antiparasites efficace de 100 KC et 20 MC s'impose à tous, et cela d'une façon impérieuse, dans les agglobérations urbaines où l'intensité du champ parasite perturbateur est presque toujours supérieure à un millivolt par mètre, c'est-à-dire où il gêne véritablement toute réception en dehors des stations locales.

L'antenne doublet « AW.D » comporte un coupleur de récepteur ajustable. Elle est en outre la seule à pouvoir admettre un distributeur adaptateur d'impédance spécialement étudié pour ses caractéristiques, permettant le branchement de plusieurs récepteurs sur le même aérien.

Le manuel est complété par la description d'un éliminateur de parasites particulièrement efficace pour les ventilateurs, gonfleurs, perceuses, etc., que ces derniers soient à deux ou trois fils.

SOMMAIRE

Généralités — Constitution de l'antenne doublet « AW.D » — Antenne — Dispositions diverses de l'antenne — Tension des haubans et de l'antenne — Coupleur d'antenne (fixe) — Descente en fil torsadé — Descente en fils transposés — Ajouts du câble de descente — Coupleur de récepteur (ajustable) — Distributeur adaptateur d'impédance pour le branchement de plusieurs récepteurs — Installation — Doublets multiples — Adjonction d'une prise pour antenne doublet à un récepteur qui n'en comporte pas — Eliminateur de parasites pour petits moteurs ménagers et industriels.

Compléments parus: 3.

Une brochure in-8 raisin de 36 pages et 20 figures. Poids: 100 gr.

Voltmètres à redresseur et Voltmètres à lampes

Mesures pratiques des tensions alternatives

Manuel n° 6 — 7me édition

Après une étude technique envisagée au point de vue radio-électrique des tensions alternatives de toutes fréquences, à la portée de tous, et des principes des différents instruments destinés à les mesurer, le Manuel N° 6, contient les « réalisations » complètes de trois instruments de mesure différents accompagnées de tous les plans nécessaires. Chacune de ces réalisations est suivie de l'étalonnage de l'appareil.

Enfin, un chapitre spécial — et non le moins important — est réservé aux multiples applications du voltmètres à lampes. C'est dire que le Manuel N° 6 s'adresse tout autant, sinon plus, à ceux qui possèdent déjà les instruments nécessaires en leur permettant de vérifier leur étalonnage ou même de le refaire au besoin et en leur montrant toutes les applications pratiques auxquelles ils peuvent se prêter dans le dépannage et la construction radio-électrique.

SOMMAIRE

Mesures courantes: Notions élémentaires — Généralités sur les mesures des tensions — Voltmètres électro-magnétiques et à redresseur — Réalisation complète d'un voltmètre universel à redresseur 0 à 1000 v., 5 sensibilités. 1000 ohms par volt et son étalonnage — Plans de réalisation à l'échelle.

Exposé complet des différents types de voltmètres à lampes: Détection diode — Détection grille — Détection plaque — Tension d'équilibrage — Types divers.

Réalisation complète avec tous plans d'exécution à l'échelle du voltmètres à lampes de laboratoire type « RV.4 » à tension d'équilibrage, 4 tubes, amplification en courant continu et tension d'alimentation stabilisée, 4 échelles de 0 à 10 et 0 à 150 V. — Etalonnage.

Réalisation complète avec tous plans d'exécution à l'échelle, du voltmètre à lampes de service type « MV.3 » à trois tubes, utilisant un œil magique comme indicateur de zéro, échelles (continu et alternatif efficace) de 0 à 200 volts; d'un prix de revient remarquablement bas — Etalonnage.

Utilisations diverses des voltmètres à lampes: Mesures en HF sur les récepteurs — Vérification de la réaction dans les étages MF — Mesure du « Q » d'un bobinage — Alignement des récepteurs — Mesure de la tension anti-fading — Mesures en BF — Equilibrage d'un étage Push-Pull — Mesures dans les circuits de contre-réaction — Mesure du gain total d'un amplificateur BF — Etude de la fidélité d'un récepteur ou d'un amplificateur — Mesures diverses.

Appendice: Adresses utiles.

Un vol. in-8 raisin de 140 pages, 72 figures, schémas et photographies, 8 plans de réalisation grandeur réelle et à l'échelle. Poids: 340 gr.

Un ouvrage dont la documentation et l'enseignement dépassent ceux de tous les manuels similaires :

L'OSCILLOGRAPHE PRATIQUE

Manuel n° 7 — 7me édition avec complément

L'œuvre la plus importante et la plus complète parue à ce jour sur le sujet.

Le SEUL Manuel de Service traitant de TOUTES les applications de l'oscillographe en radioélectricité d'une manière accessible à tous.

Un vol. in-8 raisin de 384 pages, huit chapitres, plus de 300 paragraphes, 300 figures, dessins, schémas, plans et photographies, 80 photo-oscillogrammes, 12 planches dépliantes hors texte grand format, tableaux synoptiques, suppléments inédits facilitant la réalisation des instruments décrits. Poids: 890 gr.

L'utilisation de l'oscillographe cathodique n'a pas suivi, en France, un développement parallèle aux récentes avances de la technique.

La cause en est, sans doute, que si le coût d'un oscillographe est maintenant à la portée du praticien, sa technique et son emploi pratique demeurent encore pour lui fort obscurs.

Les sources d'information dont il dispose, en effet, sont de deux ordres:

1° Les ouvrages théoriques sur le tube cathodique, qui sont souvent hors de sa portée et, en tout état de cause, ne lui fournissent aucune donnée *pratique* d'utilisation.

2° Les notices des constructeurs d'oscillographes; simples « modes d'emploi », obligatoirement très condensés et qui supposent une bonne connaissance générale de la question.

Le but du Manuel n° 7, « L'OSCILLOGRAPHE PRATIQUE », est précisément de mettre à la disposition du praticien une documentation complète, mais *parfaitement accessible*, sur l'oscillographe cathodique et la pratique de son emploi dans le domaine de la radioélectricité.

Le lecteur y trouvera d'abord exposé, de façon aussi simple et aussi claire que possible, mais en même temps rigoureusement exacte et à jour des derniers progrès de la technique, les principes de fonctionnement du tube cathodique et des différents organes d'un oscillographe.

Toutes les *utilisation pratiques* des oscillographes sont ensuite étudiées dans le plus grand détail.

Une étude spéciale, très étendue, a été consacrée à l'emploi de l'oscillographe en vue d'obtenir les *courbes de sélectivité* et aux diverses méthodes employées à cet effet.

Enfin, deux instruments inédits: l'oscillographe de service « GK.7 » et l'oscillateur-modulateur de fréquence « FM.4 », sont décrits avec toutes les indications nécessaires à leur construction pratique.

La valeur des « réalisations » données par les « Manuels de Service », toujours étudiées au laboratoire dans les moindres détails est suffisamment connue pour qu'il soit inutile d'insister sur leur intérêt.

La table des matières complète ne pouvant être reproduit en raison de son importance, est envoyée par retour sur simple demande.

Anti-fading et anti-parasites

Tout ce qui concerne l'anti-fading et tous ses circuits connexes avec schémas classés par familles accompagnés des valeurs pratiques d'emploi.

Manuel n° 8 (1941) 3me édition

L'emploi généralisé de la détection diode et surtout la création des tubes multiples a permis de doter tous les récepteurs, même ceux de prix modique, de la détection linéaire et de l'anti-fading. Celui-ci, qui était auparavant un perfectionnement exceptionnel, est devenu maintenant un dispositif généralisé qui se présente sous un nombre considérable de schémas divers.

D'autre part, autour de l'anti-fading, sont venus se grouper quantité de circuits annexes dont certains, tels que les indicateurs d'accord et les anti-parasites automatiques, présent le plus grand intérêt.

Cette multiplicité de montages entrainant pour beaucoup une grande confusion, il a paru opportun de rédiger une étude complète, mais cependant accessible à tous, de la question.

Non seulement le manuel N° 8 traite de tous les circuits actuels: anti-fading simple, différé (fixe et variable), silencers, limitateurs et suppresseurs de parasites, indicateurs d'accord, accepteur, etc., etc., mais encore il donne des renseignements permettant d'éviter le crachement des potentiomètres volum control, documentation de haut intérêt à l'époque actuelle en raison de la corence généralisée de cet organe primordial.

SOMMAIRE

Principe et description des montages anti-fading: Exposé du principe — Anti-fading simple — Anti-fading différé (principe) — Réalisations pratiques de l'anti-fading différé — Emplacement du potentiomètre et prise P.-Up — Anti-fading amplifié — Constante de temps.

Dispositifs et circuits auxiliaires de l'anti-fading: Modification ou suppression de l'anti-fading — Lampe de silence et réglage silencieux — L'anti-fading sur les récepteurs superhétérodynes ondes courtes — Dispositifs anti-parasites automatiques (limiteurs et suppresseurs) — Indicateurs d'accord visuels — Circuit accepteur.

Renseignements pratiques et considérations annexes: Montage et dépannage des circuits d'anti-fading — Considérations annexes liées à l'action anti-fading — L'anti-fading et l'alignement des récepteurs.

Tableaux: Diodes et duo-diodes combinés (tubes européens). — Diodes et duo-diodes combinés (tubes américains) — Tubes indicateurs cathodiques — Gains et tensions en volts eff. pour les tubes BF les plus usuels.

Un volume in-8 raisin de 64 pages, 28 figures et schémas, 4 tableaux. Poids: 170 gr.

Une documentation absolument unique et inédite :

La réception moderne des ondes courtes

Cet ouvrage contient tous les renseignements pratiques et techniques indispensables non seulement à la réalisation et à la mise au point de tous les circuits récepteurs pour ondes courtes et très courtes, mais aussi aux améliorations pouvant être apportées aux récepteurs de concerts.

Manuel n° 9 (1941) 3me édition

Un volume in-8 raisin abondamment illustré de 176 pages, 8 chapitres, 70 paragraphes, 67 figures et 10 plans à l'échelle ou schémas en hors texte, sur 6 planches dépliantes grand format. Dossiers complets de réalisation de 4 circuits avec mises au point. Impression de luxe sur très beau papier couché.

Les ondes courtes et très courtes constituent un très vaste domaine, dont l'emploi pour les communications et les radiodiffusions à grande distance prend chaque jour plus d'extension.

Du fait des très hautes fréquences mises en jeu, la technique de l'émission et surtout de la réception des ondes courtes est totalement différente de celle des ondes dites « moyennes » et « longues »; à tel point qu'un véritable récepteur OC peut n'offrir que bien peu de ressemblance avec un récepteur courant.

Les méthodes de réception des ondes courtes ont considérablement évolué au cours des années précédentes, et plus encore depuis 1939, rendant ainsi caduques les quelques documentations existant sur le sujet. Il a donc paru opportun, maintenant que cette technique est, dans ses grandes lignes, stabilisée, de faire le point et de réunir dans un ouvrage qui fut à la fois absolument complet et rigoureusement à jour, *tout* ce qui concerne ou se réfère à la réception moderne des ondes courtes.

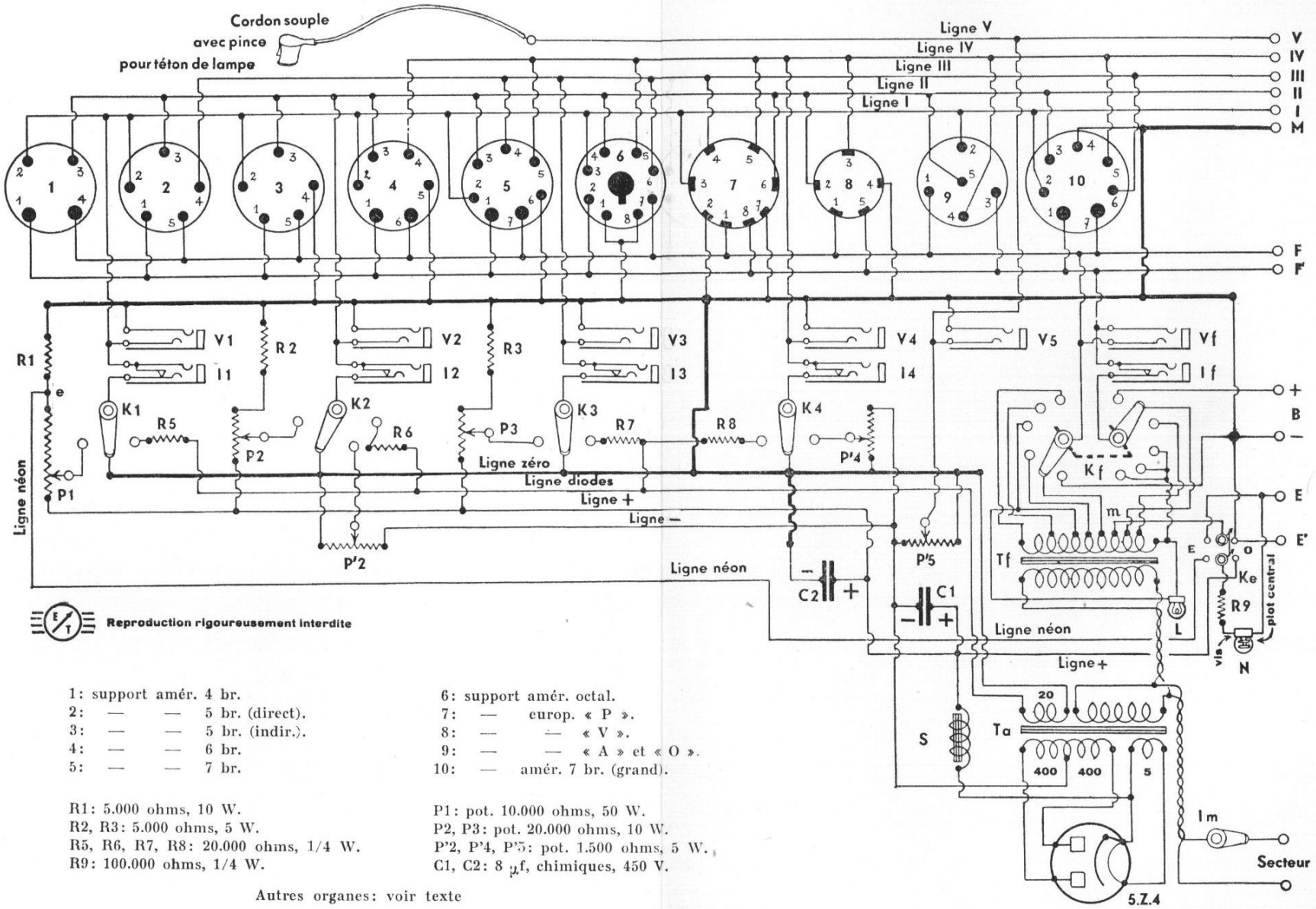
Tous les types de récepteurs, depuis le simple ECO jusqu'aux super-régénérateurs pour ondes ultra-courtes, en passant par les superhétérodynes, du récepteur de concert à l'appareil professionnel à filtre à cristal, et les adaptateurs, y sont étudiés de façon complète; aussi bien que les organes spéciaux, le calcul des bobinages, l'alimentation, les techniques de montages illustrées par des schémas types, etc., etc.

C'est dire que le lecteur est certain d'y trouver les renseignements qu'il recherche, quelle que soit l'application particulière qu'il ait en vue. Désormais, seront mis à la portée du praticien ce que beaucoup croient encore être des « secrets de fabrication ».

Ce manuel, résultat de quinze ans d'essais et d'expériences, d'une abondance de détails qu'il impossible de trouver dans toute autre édition, mérite bien la désignation qui lui a été donnée de « Standard de la réception OC ».

Il fait autorité en la matière et tout professionnel consciencieux tiendra à s'assurer, par sa possession, la documentation la plus étendue, en même temps que la plus récente, parue à ce jour sur la réception des ondes courtes.

La table des matières complète ne pouvant être reproduite en raison de son importance, est envoyée par retour sur simple demande.



Reproduction rigoureusement interdite

1: support amér. 4 br.
2: — — 5 br. (direct).
3: — — 5 br. (indir.).
4: — — 6 br.
5: — — 7 br.
6: support amér. octal.
7: — europ. « P ».
8: — — « V ».
9: — — « A » et « O ».
10: — amér. 7 br. (grand).

R1: 5.000 ohms, 10 W.
R2, R3: 5.000 ohms, 5 W.
R5, R6, R7, R8: 20.000 ohms, 1/4 W.
R9: 100.000 ohms, 1/4 W.

P1: pot. 10.000 ohms, 50 W.
P2, P3: pot. 20.000 ohms, 10 W.
P'2, P'4, P'5: pot. 1.500 ohms, 5 W.
C1, C2: 8 µf, chimiques, 450 V.

Autres organes: voir texte

Planche I. — *Schéma du lampemètre UM5*

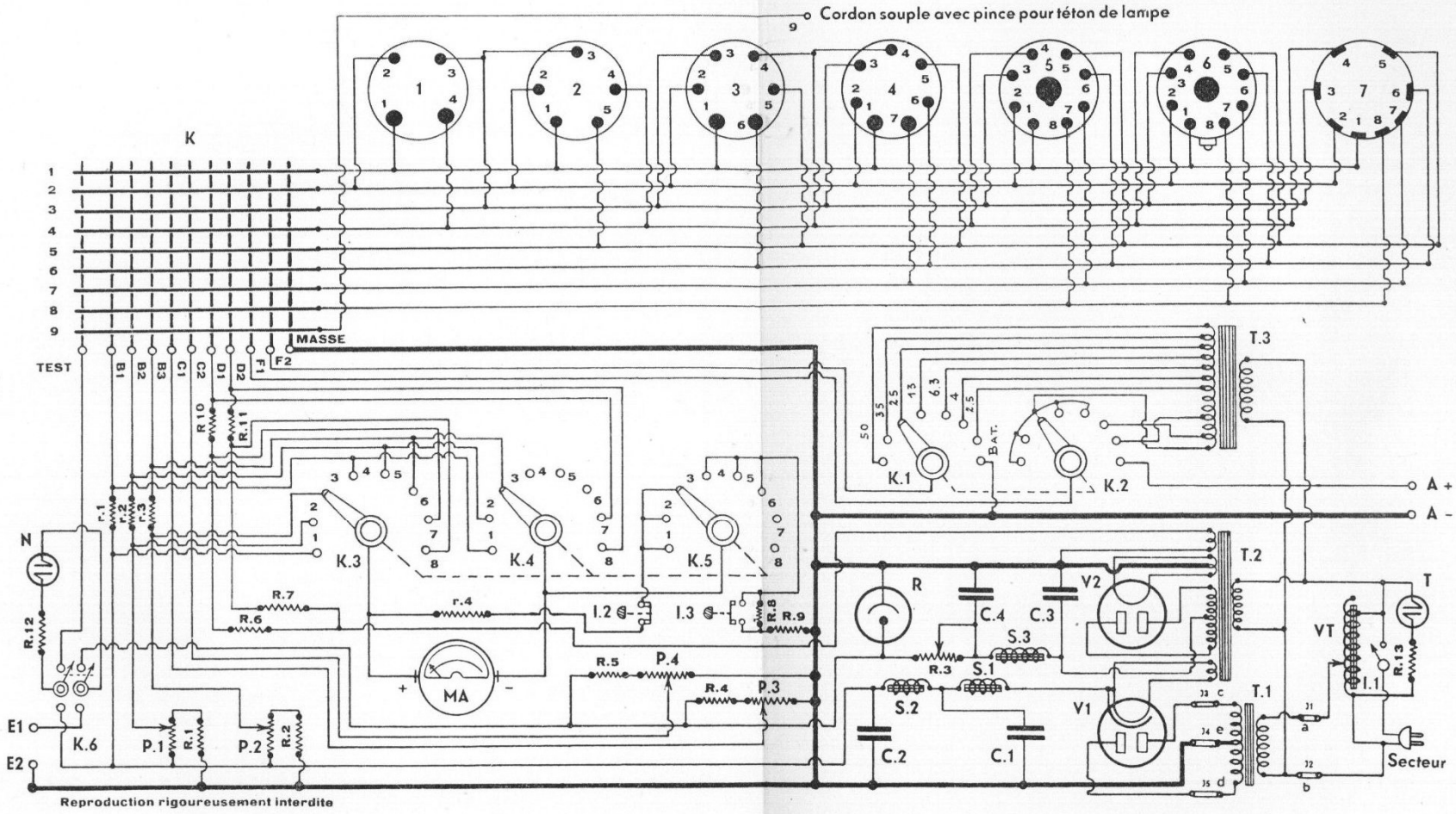


Planche II. — *Schéma du lampemètre UM.9*

R1, R2: 5.000 ohms, 5 W.
R3: 2.000 ohms, ajustable.
R4: 5.000 ohms, 1 W.
R5: 25.000 ohms, 1/2 W.
R6, R7: 20.000 ohms, 1/4 W.
R8: 400.000 ohms, 1 W.
R9: 100.000 ohms, 1 W.
R10, R11: 1.000 ohms, 1/4 W.
R12, R13: 100.000 ohms, 1/4 W.
C1, C2: 8 µf, chimiques, 450 V.
C3, C4: 8 µf, chimiques, 200 V.
S1, S2: 20 H, 100 mA, 150 ohms.
S3: 20 H, 50 mA, 300 ohms.
P1, P2: pot. 20.000 ohms, 10 W.
P3: pot. 10.000 ohms, bobiné.
P4: pot. 5.000 ohms, bobiné.

r1, r2, r3, r4 et autres organes: voir texte

N.-B. — Rétablir, sur T3, la prise médiane des tensions 2,5, 4 et 6,3 V, omise par le dessinateur, et qui est reliée à la masse.

TABLEAU I

EXEMPLE DE TABLEAU DE CORRESPONDANCE DES BROCHES AVEC LES LIGNES

H,H=filament K=cathode B=blindage P=plaque E=écran D,D'=plaques diodes
G=grille de commande Ga=grille anode Go=grille oscillatrice Gm=grille modulat.
S= suppressor

Support N°6 (octal)

Numéro de la broche	Ligne correspond.	6A8 6D8 6TH8	6B8	6A5 6C5 6D5 6J5 6L5	6F5	6F6 6K6 6L6 6N6 6V6 25A6 25B6 25L6	6H6	6J7 6K7 6U7	6L7	6N7	6Q7 6R7 6T7 6V7
1	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
2	F'	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
3	I	P	P	P	x	P	D'	P	P	P_1	P
4	II	E	D'	x	P	E	K'	E	E	G_1	D'
5	IV	Go	D	G	x	G	D	S	Gm	G_2	D
6	III	Ga	E	x	x	x	x	x	x	P_2	x
7	F	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
8	M	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
Têtan	V	G	G		G			G	G		G

TABLEAU II

TUBES AMÉRICAINS 4 BROCHES

TUBE	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						D É B I T S					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
2A3	1	2,5	+	-	C	O	2,5	+250	-45				2,5	60				
6A3	1	6,3	+	-	C	O	6,3	+250	-45				1.	60				
45	1	2,5	+	-	O	C	2,5	+180	-31,5				1,5	31				

TABLEAU III

TUBES AMERICAINS 5 BROCHES

TUBE	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
24A	3	2,5	+	+	0	0	2,5	+250	+90			-3	1,75	4.	1,7			Chauffage indirect
27	3	2,5	+	-	0	0	2,5	+250	-21				1,75	5,2				
35 } 51 }	3	2,5	+	+	0	0	2,5	+250	+90			-3	1,75	6,5	2,5			
36	3	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+90			-3	0,3	3,2	1,7			
37	3	6,3	+	-	0	0	6,3	+250	-18				0,3	7,5				
38	3	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+250			-25	0,3	22.	3,8			
39 } 44 }	3	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+90			-3	0,3	5,8	1,4			
56	3	2,5	+	-	0	0	2,5	+250	-13,5				1.	5.				
76	3	6,3	+	-	0	0	6,3	+250	-13,5				0,3	5.				
6A4 } LA }	2	6,3	+	-	+	0	6,3	+180	-16	+180			0,3	22.	3,9			Chauffage direct
46	2	2,5	+	0	0	0	2,5	+300					1,75	4.				
47	2	2,5	+	-	+	0	2,5	+250	-16,5	+250			1,75	31.	6.			

TABLEAU VII

TUBES AMERICAINS 7 BROCHES (grand culot)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
6A6	10	6,3	+	-	+	-	6,3	+250	-5	+250	-5		0,8	3.		3.		
6E6	10	6,3	+	-	+	-	6,3	+180	-20	+180	-20		0,6	11,5		11,5		
53	10	2,5	+	-	+	-	2,5	+250	-5	+250	-5		2.	3.		3.		

TABLEAU IV

TUBES AMÉRICAINS 6 BROCHES

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
2A5	4	2,5	+	+	0	-	2,5	+250	+250		-16,5		1,75	34.	6,5			Tous à chauffage indirect
2A6	4	2,5	+	D	0	D	2,5	+250				-2	0,8	0,8	0,3		0,3	
6B5	4	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+250				0,8	36.	7.			
6C6	4	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+100			-3	0,3	2.	0,5			
6D6	4	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+100			-3	0,3	8,2	2.			
41	4	6,3	+	+	0	-	6,3	+250	+250		-18		0,4	32.	5,5			
42	4	6,3	+	+	0	-	6,3	+250	+250		-16,5		0,7	34.	6,5			
43	4	25.	+	+	0	-	25.	+135	+135		-20		0,3	37.	8.			
55	4	2,5	+	D	0	D	2,5	+250				-20	0,8	8.	0,3		0,3	
57	4	2,5	+	+	0	0	2,5	+250	+100			-3	1.	2.	0,5			
58	4	2,5	+	+	0	0	2,5	+250	+100			-3	1.	8,2	2.			
75	4	6,3	+	D	0	D	6,3	+250				-2	0,3	0,8	0,3		0,3	
77	4	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+100			-3	0,3	2,3	0,5			
78	4	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+100			-3	0,3	7.	1,7			
85	4	6,3	+	D	0	D	6,3	+250				-20	0,3	8.	0,3		0,3	
89	4	6,3	+	+	0	0	6,3	+250	+250			-25	0,4	32.	5,5			

TABLEAU V

TUBES AMERICAINS 7 BROCHES (petit culot)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
2A7	5	2,5	+	+	+	-	6,3	+250	+100	+200	-8,5	-3	0,8	3,5	2.	2.		Tous à chauffage indirect
2B7	5	2,5	+	+	D	D	6,3	+250	+100			-3	0,8	6.	1,5	0,3	0,3	
6A7	5	6,3	+	+	+	-	6,3	+250	+100	+200	-8,5	-3	0,3	3,5	2.	2.		
6B7	5	6,3	+	+	D	D	6,3	+250	+100			-3	0,3	6.	1,5	0,3	0,3	
6F7	5	6,3	+	+	+	-	6,3	+250	+100	+100	-3	-3	0,3	6,5	1,5	3,5		

TABLEAU VI

TUBES AMÉRICAINS 8 BROCHES (octal)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
6A5G	6	6,3	+	O	O	-	6,3	+250			-45		1,25	60.				
6A8	6	6,3	+	+	+	-	6,3	+250	+100	+200	-8	-3	0,3	4,8	1,4	2.		
6B4	6	6,3	+	O	O	-	6,3	+250			-45		1.	60.				
6B8	6	6,3	+	D	+	D	6,3	+250		+125		-3	0,3	10.	0,3	2,3	0,3	
6C5	6	6,3	+	O	O	-	6,3	+250			-8		0,3	8.				
6C8G	6	6,3	+	O	+	-	6,3	+250		+250	-4,5	-4,5	0,3	3,1		3,1		
6D8G	6	6,3	+	+	+	-	6,3	+250	+100	+200	-8	-3	0,15	4,6	1,5	2,1		
6D5	6	6,3	+	C	O	-	6,3	+250			-20		0,7	31.				
6F5	6	6,3	O	+	O	O	6,3		+250			-2	0,3		0,9			
6F6	6	6,3	+	+	O	-	6,3	+250	+250		-16,5		0,7	34.	6,5			
6H6	6	6,3	D	O	O	D	6,3						0,3	0,4			0,4	
6J5	6	6,3	+	O	O	-	6,3	+250			-8		0,3	9.				
6J7	6	6,3	+	+	O	O	6,3	+250	+100			-3	0,3	2.	0,5			
6K5G	6	6,3	+	O	O	O	6,3	+250				-3	0,3	1,1				
6K6G	6	6,3	+	+	O	-	6,3	+250	+250		-18		0,4	32.	5,5			
6K7	6	6,3	+	+	O	O	6,3	+250	+100			-3	0,3	7.	1,7			
6L5G	6	6,3	+	O	O	-	6,3	+250			-9		0,15	8.				
6L6	6	6,3	+	+	O	-	6,3	+250	+250		-14		0,9	72.	5.			
6L7	6	6,3	+	+	O	-	6,3	+250	+100		-3	-3	0,3	5,3	6,5			
6N6	6	6,3	+	+	O	O	6,3	+250	+250				0,8	36.	7.			
6N7	6	6,3	+	-	+	-	6,3	+250	-5	+250	-5		0,8	3.		3.		

TABLEAU VIII

TUBES EUROPÉENS À CONTACTS LATERAUX (Culot P)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
ABC1	7	4	+	D	O	D	4	+250				-7	0,65	4.	0,3		0,3	
AC2	7	4	+	O	O	O	4	+250				-5,5	0,65	6.				
AF3	7	4	+	C	+	O	4	+250		+100		-3	0,65	8.		2,6		
AF7	7	4	+	C	+	O	4	+250		+100		-2	0,65	3.		1,1		
AK2	7	4	+	+	+	-	4	+250	+90	+70	-10	-1,5	0,65	1,6	2.	3,8		
AL2	7	4	+	O	+	O	4	+250		+250		-25	1.	36.		5.		
AL3	7	4	+	O	+	-	4	+250		+250	-6,5		1,85	36.		4.		
AL5	7	4	+	O	+	-	4	+250		+250	-16		2,1	72.		7,5		
4673	7	4	+	O	+	O	4	+250		+200		-2,5	1,35	8.		1,5		
AD1	7	4	+	O	O	-	4	+250			-40		1,1	62.				Chauffage direct
AL1	7	4	+	O	+	-	4	+250		+250	-15		1,1	36.		6,8		Chauffage direct
CBC1	7	13	+	D	C	D	13	+200				-5	0,2	4.	0,3		0,3	Série tous courants
CC2	7	13	+	O	C	C	13	+200				-4	0,2	6.				Série tous courants
CF2	7	13	+	O	+	O	13	+200		+100		-2	0,2	4,5		1,4		Série tous courants
CF3	7	13	+	O	+	O	13	+200		+100		-3	0,2	8.		2,6		Série tous courants
CF7	7	13	+	O	+	O	13	+200		+100		-2	0,2	3.		1,1		Série tous courants
CK1	7	13	+	+	+	-	13	+200	+90	+70	-10	-1,5	0,2	1,6	2.	3,8		Série tous courants
CL1	7	13	+	O	+	O	13	+200		+200		-14	0,2	25.				Série tous courants
CL2	7	25	+	O	+	O	25	+200		+100		-19	0,2	40.				Série tous courants

TABLEAU VIII (suite) — TUBES EUROPÉENS À CONTACTS LATÉRAUX (Culot P)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
EBC3	7	6,3	+	D	O	D	6,3	+250				-5,5	0,2	5.	0,3		0,3	Série "ROUGE"
EB4	7	6,3	O	D	D	O	6,3						0,2		0,4	0,4		
EBF1	7	6,3	+	D	+	D	6,3	+250		+125		-3	0,3	9.	0,3	2,3	0,3	
EBL1	7	6,3	+	D	+	D	6,3	+250		+250		-6	1,4	36.	0,3	5.	0,3	
EF5	7	6,3	+	O	+	O	6,3	+250		+100		-3	0,2	8.		2,5		
EF6	7	6,3	+	O	+	O	6,3	+250		+100		-2	0,2	3.		1,1		
EK2	7	6,3	+	+	+	-	6,3	+250	+200	+80	-4	-3	0,2	3,4	2.	1,8		
EL2	7	6,3	+	O	+	O	6,3	+250		+250		-18	0,2	32.		5.		
EL3	7	6,3	+	O	+	-	6,3	+250		+250	-6		1,2	36.		4.		
EL5	7	6,3	+	O	+	-	6,3	+250		+250	-16		1,3	72.		7,5		

TABLEAU IX

TUBES EUROPÉENS CONTACTS LATÉRAUX (Culot V)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					DÉBITS				REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	If	I2	I4	
AB2	8	4	0	D	0	D	4	0,65	0,3	0,3	Cette série ne comprend que des doubles diodes.
CB2	8	13	0	D	0	D	13	0,2	0,3	0,3	
KB2	8	B	0	D	0	D	2	0,09	0,3	0,3	tube batterie 2volts, double diode.

TABLEAU X

TUBES EUROPÉENS ANCIENS TYPES (Culots 4 et 5 broches)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
AF2	9	4	+	0	+	-	4	+100		+200	-2		1,1	1,8		4,25		Ch.dir.
E415	9	4	+	0	0	-	4	+200			-8		1.	6.				Ch.ind.
E425	9	4	+	0	0	-	4	+150			-4,5		0,88	3.				d°
E445	9	4	+	0	+	-	4	+100		+200	-2		1,1	0,8		6.		d°
E446	9	4	+	0	+	-	4	+100		+200	-2		1,1	1,2		3.		d°
E447	9	4	+	0	+	-	4	+100		+200	-2		1,1	1,9		4,5		d°
E452T	9	4	+	0	+	-	4	+100		+200	-2		1.	0,7		3.		d°
E455	9	4	+	0	+	-	4	+100		+200	-1,5		1.	0,8		3.		d°
B409	9	4	+	0	0	-	4	+250			-18		0,15	12.				Ch.dir.
B443	9	4	+	+	0	-	4	+250	+150		-17		0,15	12.	2,4			d°
C443	9	4	+	+	0	-	4	+300	+200		-25		0,25	20.	4,5			d°
D404	9	4	+	0	0	-	4	+250			-40		0,65	40.				d°
D410	9	4	+	0	0	-	4	+250			-16		0,45	30.				d°
E406N	9	4	+	0	0	-	4	+250			-22		1.	48.				d°
E443H	9	4	+	+	0	-	4	+250	+250		-15		1,1	36	6,8			d°
	Note. - Pour l'essai des tubes AF2, E445, E446, E447, E452T, E455, relier la borne du sommet de l'ampoule à la borne III par un bout de fil.																	

TABLEAU XI

TUBES BATTERIES AMÉRICAINS

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
1A4	1	B	+	+	0	0	2	+180	+67,5			-3	0,06	2,3	0,8			Culot 4 br.
1B4	1	B	+	+	0	0	2	+180	+67,5			-3	0,06	1,7	0,6			
30	1	B	+	-	0	0	2	+180	-13,5				0,06	3,1				
31	1	B	+	-	0	0	2	+135	-22,5				0,13	8.				
32	1	B	+	+	0	0	2	+180	+67,5			-3	0,06	1,7	0,4			
34	1	B	+	+	0	0	2	+180	+67,5			-3	0,06	2,8	1.			
1F4	2	B	+	-	+	0	2	+135	-4,5	+135			0,12	8.		2,6		Culot 5 br.
33	2	B	+	-	+	0	2	+135	-13,5	+135			0,26	14,5		3.		
49	2	B	+	0	0	0	2	+180					0,12	2.				
1C7	6	B	+	+	+	-	2	+180	+115	+67,5	-10	-3	0,12	1,5	3,3	2.		
1D5	6	B	+	+	0	0	2	+180	+67,5			-3	0,06	2,3	0,8			
1D7	6	B	+	+	+	-	2											
1E5	6	B	+	+	0	0	2	+180	+67,5			-3	0,06	1,7	0,6			Culot octal
1F5	6	B	+	+	0	-	2	+135	+135		-4,5		0,12	8.	2,6			
1F7	6	B	+	D	+	D	2	+180		+67,5		-1,5	0,06	2.	0,3	0,6	0,3	
1H4	6	B	+	0	0	-	2	+180			-13,5		0,06	3,1				
1J6	6	B	+	-	+	-	2	+135	-3	+135	-3		0,24	2.		2.		

TABLEAU XII

TUBES EUROPÉENS BATTERIES

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						DÉBITS					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
KBC1	7	B	+	D	O	D	2	+135				-4,5	0,1	2,5	0,3		0,3	Culot à contacts latéraux.
KDD1	7	B	+	+	O	O	2	+135	+135				0,22	1,5	1,5			
KF3	7	B	+	O	+	O	2	+135		+135		-0,5	0,045	2.	0,6			
KF4	7	B	+	O	+	O	2	+135		+135		-0,5	0,045	2,6	1.			
KK2	7	B	+	+	+	-	2	+135	+135	+60	-1,5	0	0,13	1.	1.	2,3		
KL4	7	B	+	O	+	-	2	+135		+135	-4,7		0,14	7.		1.		
B217	9	B	+	O	O	-	2	+150			-3		0,1	4,5				Culots 4 et 5 broches
B228	9	B	+	O	O	-	2	+150			-2		0,1	2.				
B255	9	B	+	O	+	-	2	+90		+150	-0,5		0,18	0,4		1,8		
B262	9	B	+	O	+	-	2	+90		+150	-0,5		0,18	0,4		2.		
A409	9	B	+	O	O	-	4	+150			-9		0,065	3,5				
A410N	9	B	+	O	O	-	4	+150			-3		0,06	3,5				
A415	9	B	+	O	O	-	4	+150			-4,5		0,08	4.				
A425	9	B	+	O	O	-	4	+125			-2,5		0,085	4.				
B403	9	B	+	O	O	-	4	+150			-30		0,15	15.				
B405	9	B	+	O	O	-	4	+150			-18		0,15	11.				
B406	9	B	+	O	O	-	4	+150			-15		0,1	8.				
B424	9	B	+	O	O	-	4	+200			-3		0,1	6.				
B438	9	B	+	O	O	-	4	+140			-2,5		0,1	0,2				
B442	9	B	+	O	+	-	4	+100		+200	-1		0,1	0,8		4,5		

Note. - Pour l'essai des tubes B255, B262, B442, relier la borne au sommet de l'ampoule à la borne III du lampemètre.

TABLEAU XIII

TUBES À ESSAYER EN DEHORS DU LAMPEMÈTRE

SÉRIE	Tubes et culots	N° des broches et lignes à relier									Commutateurs					Tensions						Débits					REMARQUES
		1	2	3	4	5	6	7	8	tête	Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	
AMÉRICAINS	59 (culot 7 br. grand)	F	1	III	IV	M	M	F			2,5	+	0	+	-	2,5	+250		+250	-18		2.	35.		9.		
	79 (culot 6 br.)	F	I	M	M	III	F			M	6,3	+	0	+	0	6,3	+250		+250			0,6	5,3		5,3		
	1A6 (culot 6 br.)	F	I	III	IV	II	F			V	B	+	+	+	-	2	+135	+67,5	+135	-10	-3	0,06	1,2	2,5	2,3		
	1B5 (culot 6 br.)	F	I	III	IV	II	F				B	+	-	D	D	2	+135	-3				0,06	0,8		0,3	0,3	
	1C6 (culot 6 br.)	F	I	III	IV	II	F			V	B	+	+	+	-	2	+180	+67,5	+115	-10	-3	0,12	1,5	2.	3,3		
	1F6 (culot 6 br.)	F	I	III	IV	II	F			V	B	+	D	+	D	2	+180		+67,5		-1,5	0,06	2.	0,3	0,6	0,3	
	19 (culot 6 br.)	F	I	II	IV	III	F				B	+	-	+	-	2	+135	-3	+135	-3		0,26	2.		2.		
	1E7 (octal)		F	I	IV	V	III	F	II		B	+	+	+	-	2	+135	+135	+135	-4,5	-4,5	0,24	7,5	4,2	7,5		
	1H6 (octal)		F	I	II	III	IV	F			B	+	D	D	-	2	+135			-3		0,06	0,8	0,3	0,3		
EUROPÉENS	B240 (culot C)	F	M	III		I	M	F			B	+	0	+	0	2	+150		+150			0,2	1,5		1,5		
	AK1 (culot C)	F	M	I	III	IV	II	F		V	4	+	+	+	-	4	+250	+70	+90	-10	-1,5	0,65	1,6	3,8	2.		
	EK2 (culot P)	F	M	I	III	III	II	F	M	V	6,3	+	-	+	0	6,3	+250	-3	+100		-3	0,2	4,2		2,8		

Erratum: Lire EH2 et non EK2.

SUPPORT N° :.....

TABLEAU de CONCORDANCE pour l'établissement de TABLEAUX d'ESSAI COMPLÉMENTAIRES

NUMÉRO de la BROCHE	LIGNE CORRESPONDANTE							
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
TÊTON								

TABLEAU: .....

TUBES: .....

TABLEAU d'ESSAI (Complémentaire)
(prolonger les traits à la demande)

TUBES	Support	COMMUTATEURS					TENSIONS (en volts)						D É B I T S					REMARQUES
		Kf	K1	K2	K3	K4	Vf	V1	V2	V3	V4	V5	If	I1	I2	I3	I4	